

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie a environmentálních studií



**Společenstva prvoků a bezobratlých živočichů ve sladkovodních
akváriích a možnosti jejich využití ve výuce**

*Communities of protists and invertebrate animals in freshwater
aquaria and possibilities of their use in teaching*

Autor: Barbora Hásková

Vedoucí práce: Mgr. Jan Mourek, Ph.D.

Praha 2011

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se věnuje skrytému, ale velmi pestrému, společenstvu prvoků a mikroskopických bezobratlých ve sladkovodních akváriích. Vzorky těchto mikroorganismů byly získány z nárostových sklíček. Hlavním výstupem práce je multimediální didaktický atlas charakteristických prvoků a bezobratlých obývajících sladkovodní akvária. Pomocí vlastních mikrofotografií a videosekvencí je představeno celkem jedenáct zástupců ze dvou kmenů prvoků a šesti kmenů bezobratlých živočichů. Atlas je vytvořen ve dvou verzích - jako textový dokument a jako veřejně přístupná internetová stránka. V diskusi je vyhodnocena využitelnost tohoto atlasu ve výuce přírodopisu a biologie, případně v mimoškolním zájmovém vzdělávání.

Klíčová slova: zoologie, prvoci, bezobratlí, výuka, didaktika, společenstva

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on the hidden but very diverse community of protists and microscopic invertebrates in freshwater aquaria. Samples of these microorganisms were obtained from microscopic slides submerged in aquaria for several weeks. The main output of this thesis is a multimedia didactical atlas of characteristic protists and invertebrates inhabiting freshwater aquaria. In total, eleven members from two phyla of protists and six phyla of invertebrate animals are presented using own original micrographs and short videosequences. The atlas was prepared in two forms - a text document and a web page. Potential of the atlas for use in biology teaching and extracurricular education is discussed.

Key words: zoology, protists, invertebrates, teaching, didactics, communities

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Jana Mourka, Ph.D., s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 14. 4. 2011

podpis

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat především svému vedoucímu práce Mgr. Janu Mourkovi, Ph.D., který byl pro mne velkým rádcem a trpělivým konzultantem. Také bych chtěla poděkovat za cenné rady RNDr. Evě Liškové, CSc a mému příteli Martinu Talaváškoví za podporu a pomocnou ruku při psaní mé bakalářské práce.

OBSAH

1	Úvod	7
2	Literární přehled.....	8
2.1	Klíče k určování vodních Prvků a bezobratlých živočichů	8
2.2	Biotopy a biocenózy stojatých vod	10
2.3	Biotické a abiotické vlastnosti akvárií	12
2.3.1	Typy akvárií	12
2.3.2	Vybavení a příslušenství akvárií	14
2.3.3	Chemické, fyzikální a biologické vlastnosti vody	15
2.3.4	Autotrofní organismy ve vodních ekosystémech	19
3	Metodika	32
3.1	Popis zkoumaných akvárií	32
3.2	Použité metody pozorování a určování prvků a bezobratlých živočichů.....	34
3.3	Způsob mikroskopování a úprava fotodokumentace	36
3.4	Tvorba webové stránky	37
4	Výsledky	38
4.1	Výsledky fyzikálních měření v akváriích	38
4.2	Přehled zjištěných organismů v akváriích	40
4.3	Vlastní atlas prvků a bezobratlých ve sladkovodních akváriích	44
4.3.1	Nálevníci (Ciliophora).....	44
4.3.2	Slunivky (Heliozoa).....	58
4.3.3	Ploštěnci (Plathelminthes)	61
4.3.4	Hlístice (Nematoda)	65
4.3.5	Vířníci (Rotifera, Rotatoria).....	68

4.3.6	Břichobrvky (Gastrotricha).....	75
4.3.7	Kroužkovci (Annelida)	77
4.3.8	Členovci (Arthropoda).....	83
5	Diskuze	86
6	Závěry.....	89
7	Seznam použité literatury	90
8	Internetové zdroje literatury.....	93
9	Seznam obrázků	94
10	Přílohy	97

1 Úvod

Téma bakalářské práce jsem si zvolila z důvodu velmi pestrého zastoupení prvoků a mikroskopických bezobratlých ve sladkovodních akváriích. Po pečlivém zpracování práce vznikly užitečné výsledky využitelné pro další práci s těmito živočichy. Výstupem mé práce je didaktický atlas vybraných prvoků a bezobratlých živočichů ve sladkovodních akváriích doplněným vlastními mikrofotografiemi. Atlas jsem vytvořila i do podoby webové stránky, kde je možno shlédnout pořízená videa z tohoto pozorování. Ověřila jsem si metodu nárostových sklíček v akváriích pro studium společenstev prvoků a bezobratlých živočichů. Tím jsem si potvrdila vhodnost použití akvárií ve výuce zoologie bezobratlých na středních a vysokých školách

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 KLÍČE K URČOVÁNÍ VODNÍCH PRVOKŮ A BEZOBRATLÝCH ŽIVOČICHŮ

Ke správnému určení prvoků a bezobratlých nebo alespoň jejich zařazení do vyšších systematických skupin slouží určovací klíče. V této kapitole porovnávám čtyři dostupné česky psané klíče k určování prvoků a hlavních skupin vodních bezobratlých. Orientace v každém klíči byla rozdílná. Klíče se výrazně liší podle použitého systému. Ne všechny lze použít k určení na druhovou úroveň.

I. Buchar a kol., 1995: Klíč k určování bezobratlých

Tento klíč je koncipován tak, aby jej mohli používat i žáci středních škol a laikové. Je uspořádán tak, že vychází z celkové charakteristiky bezobratlých.

Nejprve rozlišuje vlastnosti dvou základních taxonů na úrovni podříší – prvoků a mnohobuněčných živočichů. Dále je rozlišuje na kmeny. U těžko dostupných (především cizokrajných) kmenů je doplněna jen stručná charakteristika. Kmeny s běžným výskytem v naší fauně obsahují odkaz na stránku k rozlišování nižších taxonů doplněné černobílými nebo barvenými tabulemi).

V tomto klíči jsem se dobře orientovala a pomohl mi v mém začátku se psaním bakalářské práce. Klíč je stavěn dichotomicky, to znamená, že jeho uživatel volí vždy mezi dvěma variantami. Obsahuje téměř všechny mnou pozorované zástupce, avšak jejich podrobný popis chybí. U některých skupin nejde klíč až na druhovou úroveň. Tento klíč částečně vychází následujícího klíče (Hrabě a kol, 1954).

II. Hrabě a kol., 1954: Klíč zvířeny ČSSR I.

Na prvním svazku Klíč zvířeny ČSSR spolupracovala řada zoologů. Před druhou světovou válkou s myšlenkou vydat souborný klíč přišel Jaroslav Štorkán, profesor Karlovy univerzity v Praze. Během heydrichiády byl však umučen k smrti a v psaní díla pokračovala během války skupina zoologů. Tento klíč není určený pro úplné

začátečníky. Je sice uspořádán dichotomicky stejně jako v případě klíče Buchara a kol. (1995), ale využívá odbornější terminologie a obtížnějších znaků. Práce pomocí tohoto klíče vyžaduje hlubší znalosti jednotlivých skupin živočichů a práci s mikroskopem. V klíči byl vytvořen větší počet nových pojmenování rodů a druhů a použito odborné názvosloví (DÁT PŘÍKLAD). U některých skupin živočichů jsou doplněny údaje rozšíření, jejich ekologii a dalšími daty důležitými pro praxi. Použité obrázky jsou zčásti převzaty a zčásti vypracovány autory podle vlastních sbírek.

Určování začíná položkou číslo 1, kde se setkáme s kladem (tezí) a protikladem (antitezí) označenou vodorovnou čárkou. Výběrem z jedné možnosti jsme odkazováni číslem na určitý další bod klíče. Celý postup se opakuje, až dospějeme k názvu hledaného rodu nebo druhu. Výhodou klíče je zpětný odkaz na předchozí hledanou položku označenou číslem stránky v závorce. Určitě je to nesporná výhoda při chybném postupu v tomto rozsáhlém klíči.

Orientace v klíči je pro začátečníky zpočátku horší. Při delším listování tímto klíčem začíná být práce jednodušší. Klíč se při určování řídí většími detaily, které někdy nejsou možné určit i při 400x zvětšení. Jde o velice rozsáhlý klíč, kde jsou například zástupci kmene nálevníků rozepsané na 36 stránkách.

III. Chejsin, 1955: Stručný klíč k určování sladkovodních živočichů

Namísto podrobného klíče zvířeny ČSSR byl vytvořen tento klíč jako vhodná pomůcka pro začátečnická praktika. Klíč byl přeložen a upraven z ruského originálu a upraven doc. dr. Oldřichem Pravdou.

V klíči jsou vytvořeny určovací tabulky vodních bezobratlých živočichů určené pro začátečníky. Ty jim umožní prvotní přístup k samostatnému určování. Obsahem jsou základní druhy bezobratlých naší fauny. Nejsou tu ale obsaženy prvoci pro jejich těžší určování. Klíč se spíše zaměřuje na letní exkurze ke sladkým vodám. Obrázky vyobrazené v klíči jsou nakresleny autorem nebo jeho studenty. Autor zde neuvádí

podrobnější poznámky k určovaným formám, spíše se zaměřuje na praktickou část určování.

Při určování začínáme vždy od hlavní tabulky, později přecházíme k následujícím tabulkám. U tabulek jsou také použity dichotomicky uspořádané položky s tezí a antitezí (viz. Hrabě, 1954). Teze a antiteze se na sebe vzájemně odkazují číslem v závorce. Určování končí uvedeným názvem hledané kategorie (řádu, druhu, rodu). Znaky určovaného objektu někdy neodpovídají znakům uvedených v tabulce. Důvodem je neuvedení všech rodů patřících do dané skupiny a proto je vhodné ukončit určování u nejbližšího předcházejícího bodu s vyšší systematickou jednotkou.

IV. Hanel, Lišková, 2003: Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin vodních bezobratlých

Jak už název napovídá, jde spíše o obrazový klíč doplněný krátkým popisem znaků. Skripta jsou vhodná pro hydrobiologickou exkurzi při determinaci hlavních skupin makroskopických vodních bezobratlých. Proto v tomto klíči nenajdeme žádné prvky. U popsaných druhů je vypsán postup pro sběr a uchování materiálu.

Jedná se o velice šikovného pomocníka do terénu při hydrobiologických exkurzích, ze kterého se také dozvíme, v jakém biotopu a ročním období se daný živočich vyskytuje, či v jakém je vývojovém stádiu. Struktura tabulek s obrázky je přehledná, podobně vytvořená jako u Ambrožové (2002). K mé bakalářské práci nebyl klíč vždy dostačující v obsahu a rozmanitosti popsaných druhů. Nevýhodou pro použití v terénu je velký formát skript a brožovaná vazba, která je málo odolná.

2.2 BIOTOPY A BIOCENÓZY STOJATÝCH VOD

Jezera a tůně jsou přírodními ekosystémy stojatých vod, kdežto akvária jsou umělými ekosystémy vytvořené člověkem. Rybníky a některá jezera, případně přehradní nádrže, jsou zbudované člověkem, jedná se tedy také o uměle vytvořené ekosystémy, které jsou v průběhu své existence ovlivňovány člověkem v různé intenzitě. Přírodní ekosystém se většinou vyznačuje velkým druhovým bohatstvím. Má

schopnost autoregulace, dokáže reagovat na měnící se podmínky prostředí a udržují dlouhodobou stabilitu. Umělý ekosystém obsahuje menší diverzitu druhů a má malou stabilitu. Ke svému správnému chodu potřebují dodatekovou energii dodávanou člověkem (Šlégr a kol., 2002; Duvigneaud, 1988)

Rybník je vodní biotop, který má obvykle menší rozlohu. Kolísá obsah kyslíku a přísun živin. Produktivita vztažená na jednotku objemu přesahuje mnohonásobně produktivitu světových oceánů, až 100 000krát (Šlégr a kol., 2002). Jezero se většinou vyznačuje rozsáhlou vodní hladinou. Hloubka od deseti metrů vytváří rozdílné tepelné vrstvy. Tůně jsou menšího rozsahu, často vzniklé zatopením menších lomů nebo pískoven. Charakteristikou některých tůní je jejich periodické vysychání, lesní tůně však bývají zaplavené po celý rok (Hanel, Lusk, 2005; Duvigneaud, 1988).

Biocenózy stojatých vod se podle ekologického vztahu k základnímu substrátu člení následujícím způsobem:

- plankton - společenstvo drobných organismů se schopností trvalého vznášení ve vodě, někdy s omezenou schopností samostatného pohybu, podle velikosti se dále dělí na makroplankton (velikost kolem 1 cm), mezoplankton (drobní korýši obvykle do 1-2 mm), mikroplankton (vířníci, větší řasy), nanoplankton (prvoci, řasy), ultraplankton (mikroskopem neviditelní)
 - fytoplankton - autotofní mikroskopické organismy vznášející se ve vodě (řasy, sinice) - producenti
 - zooplankton - živočišný plankton (např. vířníci a korýši)- konzumenti
 - baktterioplankton - plankton tvořený heterotrofními bakteriemi - destruenti
- nekton - společenstvo organismů, schopných aktivního pohybu i překonání silnějšího proudění (např. ryby a hmyz)

- litorál - pobřežní pás vodního ekosystému s dostatkem světla a hloubkou pro zapuštění kořenů rostlin
 - pleuston - skupina organismů vázaná na vodní hladinu (vyšší rostliny, vodoměrky, bruslařky)
 - neuston - společenstvo drobných organismů povrchové vodní blanky (řasy např. *Chromulina* – v akváriích dávají hladině zlatý lesk, někteří prvoci)
 - bentál - biotop vodní dna s absencí zelených rostlin z důvodu nedostatku světla
 - bentos - společenstvo organismů žijících na dně vod
- (Hanel, Lusk, 2005; Zelinka, Sládeček, 1964)

Následující způsob členění biocenózy stojatých vod je založen na účasti organismů v koloběhu látek:

- producenti - autotrofní organismy tvořící z anorganických látek látky organické ve fotosyntetických procesech
 - konzumenti - heterotrofní organismy tvořící organické látky z organických látek, přímo nebo nepřímo závislé na produktech autotrofních organismů
 - destruenti - skupina organismů živící se mrtvou organickou hmotou (dentritem), rozkládají složité organické látky na jednodušší
- (Slavíková, Losos, 2003)

Podrobné členění vodních biotopů České republiky je dostupné na internetové stránce portal.nature.cz/publik_syst/files/biotoplist_WANAS.pdf

2.3 BIOTICKÉ A ABIOTICKÉ VLASTNOSTI AKVÁRIÍ

2.3.1 TYPY AKVÁRIÍ

Akvária se rozdělují podle určitých základních parametrů jako je velikost, použitý materiál, funkce a další. Rozdělení akvárií jsem převzala a upravila podle Hanela(2002).

A. Rozdělení akvárií podle jejich velikosti

- **Malá akvária** - objem od 30 do 80 litrů, doporučená velikost pouze pro sladkovodní akvária
- **Střední akvária** - objem od 80 do 150 litrů pro sladkovodní akvária, pro mořská akvária alespoň 200 litrů
- **Velká akvária** - objem od 150 do 500 litrů pro sladkovodní akvária, pro mořská akvária je doporučená velikost od 500 do 800 litrů
- **Zvlášť velká akvária** - objem nad 500 litrů pro sladkovodní akvária, pro mořská akvária je doporučená velikost od 500 do 800 litrů

B. Rozdělení podle použitého materiálu

- **Litá akvária** - litá z jednoho kusu skla do několika desítek litrů
- **Rámová akvária** - zasklení železného rámu, využití pro velké nádrže
- **Lepená akvária** - použití plexiskla či skla slepeného silikonem
- **Speciální akvária** - využití jiného materiálu v kombinaci se sklem (např. beton)

C. Rozdělení akvárií podle salinity vody

- **Sladkovodní akvária** - obsahují sladkou, vodovodní, přírodní povrchovou, dešťovou vodu
- **Brakická akvária** - obsahují vodu se salinitou kolem 5- 15 ‰
- **Mořská akvária** - obsahují vodu se salinitou kolem 30 – 40 ‰ a hustotou 1,022 – 1,031 g/cm³

D. Rozdělení podle charakteru chovaných živočichů a druhů rostlin

- **Druhová akvária** - jeden druh ryb o různém počtu jedinců
- **Biotopní akvária** - obsahují ryby a rostliny stejného stanoviště
- **Společenská akvária** - většina akvárií, obsahují různé druhy ryb, rostlin a dalších organismů

E. Rozdělení akvárií podle jejich funkce

- **Vytírací akvária** - menší velikosti často z litého skla, upravené pro daný druh vytíraných ryb, pro vylíhnutí a rozplavání plůdku a jeho následném odkrmení po několik dní
- **Rozplavávací akvária** - dlouhá, mělčí se širokým dnem, k odkrmení plůdku
- **Odchovná akvária** - velké nádrže, vlastní je většinou profesionální chovatelé pro rozplavávání plůdků či k odchovu dospělých generačních ryb
- **Karanténní a léčebná akvária** - menší velikosti, jeho funkcí je karanténa nových ryb před vpuštěním od vlastního akvária či léčení nemocných ryb
- **Pokojová (dekorační) akvária** - využití jako doplněk interiéru
- **Výstavní akvária** - umístění většinou v obchodech, zoologických zahradách, výstavách a na dalších podobných místech

2.3.2 VYBAVENÍ A PŘÍSLUŠENSTVÍ AKVÁRIÍ

Každé akvárium je vybaveno základním technickým zařízením pro zajištění fungování akvariijního ekosystému. Při zakládání akvária se bez tohoto příslušenství neobejdete. Pro správný chod akvária jsou důležitou součástí také pomůcky k chovu.

Nyní rozdělím vybavení a příslušenství akvárií do tří kategorií (upraveno podle Hanela, 2002).

A. Základní vybavení

- akvarijní nádrž
- substrát dna
- rostliny
- živočichové: rybičky, korýši, plži a další vodní živočichové
- další dekorativní vybavení: pozadí, kořeny, skalky

B. Technické vybavení

- osvětlení
- filtr
- čerpadlo
- vzduchovalo
- ohřívač
- teploměr
- pomůcky k údržbě akvária: škrabka, odkalovač, a další
- krycí sklo

C. Pomůcky k chovu

- krmiva: vločky, tablety, pelety, tyčinky, granuláty, speciální
- hnojiva a výživa rostlin
- sítky a skleněné zvony na chytání ryb
- porodničky
- léčiva
- testy kvality vody
- přípravky pro úpravu vody

2.3.3 CHEMICKÉ, FYZIKÁLNÍ A BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI VODY

Teplota

Teplota vody ovlivňuje důležité životní pochody organismů. Voda přijímá teplo především z okolní atmosféry, v přírodě i ze dna. Přenos tepla se uskutečňuje prouděním vody. Vlastnosti vody umožňují vysokou tepelnou stabilitu vodních biotopů, které tlumí cirkadiální (denní) a cirkaanuální (sezónní) kolísání teploty z atmosféry. Teplota vody se měří teploměrem (Schubert a Lellák, 1973; Lellák a Kubíček, 1992).

Teploměry bývají běžnou součástí akvárií. Doporučená teplota vody by se měla pohybovat kolem 24°C, tak vyhovuje většině druhů ryb i rostlin. Rozmezí kolísání teploty během dne či roku je pro akvária důležité. Teplota vody může během roku kolísat na nevyhovující teploty vlivem teploty okolního prostředí. Přes zimu, pokud je okolní vzduch v místnosti také chladnější, se teplota vody upravuje použitím topného zařízení napájeného elektrickým proudem, proto je důležité jeho správné umístění. Během teplých letních dnů mají akvária s teplotou vody opačný problém. Vysokou teplotu vody ovlivňuje více faktorů, jako je umístění akvária u oken s celodenním sluncem, sálající zářivky, kryt akvária a další. K ochlazení vody se dají použít chladicí zařízení určená pro akvária (viz např. <http://www.zoosmid.com>).

Kyselost a zásaditost

Kyselost a zásaditost (pH) vody je jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje život pod hladinou. Reakce pH je podmíněna koncentrací vodíkových iontů, respektive H_3O^+ iontů. Pro vyjádření pH vody se používá vodíkový exponent pH, definovaný jako záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů. Alkalická reakce vody je dána vlivem převahy hydroxylových iontů nad vodíkovými ionty. Alkalita vody má schopnost neutralizovat kyselinu, kdežto acidita vody má schopnost neutralizovat zásadu. Hodnota pH se určuje podle stupnice 0 –14. Kyselá voda se vyznačuje hodnotou pH 0-6, neutrální vody má hodnotu 7 a zásaditá voda je v rozmezí 8-14. Ideální hodnota pH sladkovodní akvariijní vody je v rozmezí 6 – 8. Měření pH vody se provádí pomocí kolorimetrického testu zakoupeného v akvaristice nebo pomocí přesného elektrometrického přístroje, tzv. pH-metru. Pokud naměřená hodnota pH nespadá do intervalu hodnot vhodných pro daný typ akvária, je možnost tyto hodnoty upravit. Ke snížení pH akvariijní vody je zapotřebí rašeliny určené pro akvaristy nebo pufovaných rašelinových koncentrátů. Zvýšení pH akvariijní vody může někdy postačit provzdušňování vody, použití jedlé sody (NaHCO_3) či vápence a korálové drti. Jindy je zas vhodné použít jiné chemické přípravky (Hanel, 2002; Lellák, Kubíček, 1992).

Vychýlení pH od hodnoty běžné pro daný typ akvária může mít vliv na jeho chod. Určité druhy euryiontních živočichů snášejí velké rozpětí pH vody, jiné jsou naopak stenoiontní (druhy vázané na úzké rozmezí pH). Za typické euryiontní živočichy se považují například vírník druhu *Brachionus urceolaris*, snášející prostředí pH vody od 4,5 do 11 či ploštěnka americká *Planaria tigrina* žijící v prostředí pH vody v rozmezí 4,9 až 9,2. Zástupcem stenoiontních živočichů je nálevník plazivenka *Spirostomum ambiguum* žijící ve slabě alkalických vodách v rozmezí pH 7,4 – 7,6 (Lellák, Kubíček, 1992).

Čistota a filtrace vody

Hlavní funkcí filtrace akvária je zachycení organických zbytků a jejich odbourání na anorganické živiny. Čerpadlo filtru nebo vzduchovací motorek pohání vodu a zajišťuje trvalý koloběh vody a promísení vrstev vodního sloupce, odstranění nečistot. Filtrační zařízení bývá osídleno společenstvem mikroorganismů, které se na biologickém odbourání mrtvých organických látek významně podílejí. Moderní filtrační systémy umožňují kvalitně pročistit vodu, neruší vzhled akvária a jsou tiché (Hanel, 2002).

Plyny v akváriu

Kyslík (O₂) je nezbytný prvkem pro řadu důležitých procesů a reakcí v živých organismech. Kyslík obsažený ve vodě pochází z atmosféry nebo z fotosyntetické činnosti vodních rostlin. Produkce kyslíku závisí na množství a druhu rostlin. K přesycení vody kyslíkem může dojít tehdy, pokud jeho zastoupení je větší jak 100%. Důvodem přesycení mohou být fototrofní organismy. Nedostatek kyslíku je způsobený přeplněným akváriem rybami a malým množstvím rostlin. Kyslík je spotřebováván jak při respiraci živočichů i rostlin. Nejvyšší koncentrace kyslíku nastává většinou v pozdím odpolední. Během noci ustává fotosyntéza rostlin, ale pokračuje respirace živočichů a rostlin, tím klesá i obsah kyslíku ve vodě. K měření obsahu kyslíku ve vodě můžeme použít digitální oxymetr nebo akvarijní testy, např. Sera Test O₂ a Tetra Test (Hanel, 2002; Lellák, Kubíček, 1992).

Oxid uhličitý (CO_2) je také důležitým plynem akvárií. Je vydechován rybami a je velice důležitý v procesu fotosyntézy. Bezbarvý, bez chuti a zápachu, s mnohonásobně větší schopností rozpouštění ve vodě než kyslík. Pokud ve vodě stoupá obsah CO_2 , stoupá i obsah kyseliny uhličitě. Ta má za následek snížení pH (zvyšuje se kyselost). Menší obsah hydrogenuhlíčanů a uhlíčanů ve vodě může způsobit kolísání pH, a to cirkadiálně. Je to způsobeno fotosyntetickou aktivitou rostlin produkující CO_2 během noci (Hanel, 2002; Lellák, Kubíček, 1992).

Elektrická vodivost (konduktivita)

Elektrická vodivost (konduktivita) je definována jako převrácená hodnota měrného odporu (rezistivity). Konduktivita je schopnost vést elektrický proud a závisí na množství a druzích elektrolytů, iontově rozpuštěných látek, ve vodě. Mezinárodní jednotkou měrné vodivosti je siemens 1 S. V akvaristice se častěji používá menší jednotka 1 μS ($1 \mu\text{S} = 10^{-6}\text{S}$). Pro většinu sladkovodních akvárií je ideální hodnota konduktivity od 25 – 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Myaland, 1999). Pro měření konduktivity v akváriích se používá digitální konduktometr například s kombinací s pH -metrem (Hanel, 2002).

Hustota vody

Hustota prostředí ovlivňuje tvar a stavbu těla vodních živočichů. Sladkovodní živočichové se svojí hustotou těla podobají hustotě okolní vody. Jejich pohybové a oporné orgány jsou silně redukovány a stačí jim relativně málo síly k unesení jejich těl. Hustota vody stoupá lineárně se zvyšujícím se obsahem rozpuštěných látek a závisí i na jejich množství. Ve sladkých vodách toto množství nepřesahuje 1 g.l^{-1} . Podstatný vliv na hustotu vody má její teplota. Při + 3,94 °C má voda největší hustotu, s nižší a vyšší teplotou hustota klesá (Schubert, Lellák, 1973; Lellák, Kubíček, 1992).

2.3.4 AUTOTROFNÍ ORGANISMY VE VODNÍCH EKOSYSTÉMECH



OBRÁZEK 1 Fotografie řas a sinice: vlevo a vpravo nahoře fotografie rozsivek (Diatomae), vlevo dole klíčící zelená řasa, vpravo dole drkalka (Oscillatoria), pozorováno fázovým kontrastem (rozsivka vpravo) a ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

V následujících kapitolách vypisuji autotrofní organismy vyskytující se jak ve sladkovodních, tak i v mořských akváriích. Jsou důležitou součástí každého vodního ekosystému.

SINICE (CYANOBACTERIA, CYANOPHYTA)

Charakteristika a výskyt

Vývoj sinic souvisí se vznikem života na Zemi. Můžeme mluvit o jedné z nejstarších skupin organismů na naší planetě. Nejstarší nálezy těchto autotrofních organismů pocházejí z období před 3,4 – 3,7 miliardami let. Zároveň patří mezi jedny z nejodolnějších organismů vůbec. Vyskytují se ve sladkovodním i mořském prostředí (Dostál, 2006).

Stavba a rozmnožování

Sinice jsou autotrofní prokaryotické organismy s jednobuněčnou nebo vláknitou stélkou (Obrázek 1). Na povrchu buněk sinic je pevná buněčná stěna obalená poměrně tlustou slizovou pochvou. Buňky postrádají jádro, chloroplasty, mitochondrie a bičíky. Jaderná hmota je obsažena v cytoplazmě bez jaderné membrány. Asimilační barviva nejsou uložena v plastidech jako u řas a vyšších rostlin, ale jsou uložena v tylakoidech, které se nacházejí volně v cytoplazmě. Z asimilačních pigmentů nacházíme v tylakoidech sinic chlorofyl-a, β -karoten, xantofyly a fykobiliny. Obsah pigmentových buněk je modrozelený, sivomodrý, olivově zelený nebo žlutozelený. Sinice jsou schopné chromatické adaptace, při které využívají zelenou a červenou část spektra. Produktem fotosyntézy je sinicový škrob. Růst sinic je možný pouze za světla (Dostál, 2006; Hanel, 2002; Ambrožová, 2002).

Prosté dělení buněk probíhá u jednobuněčných sinic, vláknité formy se rozmnožují tzv. hormogoniemi. Při tomto způsobu rozmnožování se oddělují části vlákna od vlákna mateřského, které pak dorůstají do původní délky. Lze tedy říci, že jde o nepohlavní rozmnožování (Dostál, 2006).

Ekologie

Sinice jsou schopné žít téměř všude. Jsou součástí sladkovodního i mořského planktonu, v půdě chudé na dusík jsou složkou edafonu, nalezneme je na smáčených skalách a i v horkých pramenech, jelikož mají širokou ekologickou valenci v rozmezí teplot 0- 190°C do 70°C. V eutrofizovaných nádržích dochází často k jejich přemnožení, vzniká tzv. vodní květ. Ve stélkách lišejníků hrají sinice důležitou roli jako fykobionti (Dostál, 2006; Ambrožová, 2002).

Sinice se vyskytují především v nově založených akváriích s dosud nestabilním prostředím či ve starších akváriích s bohatým bentosem, který se rozvíjí vlivem překrmování ryb nebo přehnojování. Problémem znečištění také může být špatně udržovaný filtr akvária, čerstvá vodovodní voda či trvalý nedostatek kyslíku. Akvaristé

označují často sinice jako „modré řasy“. Ve velké početnosti se vyskytují v čerstvé, tvrdé vodě a mohou být nebezpečné (Hanel, 2002).

Zajímavosti

Se sinicemi si nemusíme spojovat jen negativní informace. Sinice nás zajímají zároveň i z hospodářského hlediska. Určité druhy mohou vázat vzdušný dusík, což se využívá v zemědělství. V Jihovýchodní Asii se často uměle očkují rýžová pole sinicemi namísto hnojiva. V Číně a Japonsku jsou některé sinice z rodu *Nostoc* vyhledávány jako výtečná pochoutka. Z lékařských výzkumů vyplývá možnost využití sinic k léčení těžko hojitelných zánětů a ran nebo k tvorbě léčivých bahen (fykoterapie). (www.oko.yin.cz/32/sinice)

RUDUCHY (RHODOPHYTA)

Charakteristika

Ruduchy (Rhodophyta) jsou typickými zástupci červené vývojové větve řas. Jsou to autotrofní eukaryotické organismy jednobuněčné, vláknité nebo pletivé stélky (Dostál, 2006; Hanel, 2002; Ambrožová, 2002).

Stavba a rozmnožování

Převážně mnohobuněčné ruduchy mají složitě diferenciovanou stélku. Z asimilačních pigmentů nacházíme u ruduch chlorofyl-a, vzácně i chlorofyl-d, v menším množství β -karoteny. Další asimilační barviva (fykobiliny), především červený fykoerythrin a modrý fykocyanin, jsou ve vodě rozpustná. Produktem fotosyntézy a zásobní látkou je zrnitý florideový škrob uložený v cytoplazmě. Pro jejich rozmnožování je charakteristické střídání dvou fází v rámci jednoho životního cyklu, tzv. rodozměna (metageneze). Jedná se o fáze gametofytu (pohlavní) a sporofytu (nepohlavní). Gametofyt je haploidní a sporofyt diploidní (Dostál, 2006; Hanel, 2002; Ambrožová, 2002).

Ekologie

Nejčastěji zastoupené druhy se vyskytují v mořích a jen vzácně i ve sladkovodním prostředí. V mořských akváriích se zřejmě nejčastěji vyskytuje *Hydrolithon boergesenii*, někdy rod *Corallina*. Jejich biotopem jsou především litorální oblasti, avšak jsou schopné se dostat až do 200 metrových hloubek. (Dostál, 2006; Hanel, 2002). Ve sladkovodních akváriích se mohou některé ruduchy, například rod *Lemanea*, také vyskytovat, akvaristé je označují jako „černé stětičkové řasy“ (<http://rybicky.net/clanky/625-rasy-a-podobne-organismy-v-akvariu>)

Zajímavosti

Mořští zástupci mají vysoký obsah polygalaktanů v buněčné stěně. Z jejich stélky se získává agar-agar. Ten se hojně využívá při přípravě živných půd. Dále se ze stélky některých zástupců ruduch získává karagen používaný jako potravinářské tužidlo (Ambrožová, 2002).

OB RN Ě NK Y (DINOPHYTA)

Charakteristika a výskyt

Obrněnky se vyskytují ve sladkovodním i mořském a brakickém prostředí. Obrněnky bývají řazeny k bičíkovcům z říše prvoků (Protozoa), potom se označují jako Dinozoa, nebo mezi řasy, vzhledem k tomu, že se u některých zástupců vyvinula fotosyntéza, dle botanického systému se označují jako Dinophyta. Dle moderního systému je řadíme mezi Chromista (Dostál, 2006; Čepička a kol., 2010).

Stavba a rozmnožování

Zástupci obrněnek jsou převážně bičíkatí se dvěma nestejnými bičíky, vzácně kokální nebo trichální. Buňky jsou bilaterálně zploštělé nebo dorzoventrálně nesouměrné. Jejich protoplast je obalený blankou, ale častěji je obklopen pancířem z celulóznic destiček (théka). Tento periplast obrněnek je určovacím znakem pro druhové zařazení. Na théce je patrná podélná a příčná rýha. Příčnou neboli prstencovou rýhou rozdělujeme buňku na dvě části. Horní část se nazývá epithéka a dolní část hypotéka. Jejich charakteristickým znakem je velké jádro, tzv. dinokaryon, se

zrnitou strukturou. Plastidy, tvořené třemi membránami, jsou nejspíše sekundárního původu. Assimilačními pigmenty jsou chlorofyl a+c, β -karoten a xantofyly, proto je zbarvení obrněnek obvykle žluté. Zásobní látkou je škrob (Dostál, 2006; Ambrožová, 2002).

Rozmnožování obrněnek se děje převážně nepohlavní cestou. Dělení probíhá příčným roztržením pancíře a dceřiné buňky pak rychle dorůstají. Jiné druhy zase nejdříve odvrhují celý pancíř a pak se rozdělí. Pancíř těmto dceřiným buňkám dorůstá. Pohlavní rozmnožování je vzácné a většinou prochází složitými životními stádii (Dostál, 2006).

Ekologie

Obrněnky představují plankton, vyskytují se i v litorálu stojatých vod s nižším pH. Mohou se také vyskytovat v symbióze s jinými parazity či jako jejich parazité. Dva rody *Zooxanthella* a *Symbiodinium* jsou endosymbionti různých mořských bezobratlých (Dostál, 2006; Ambrožová, 2002; Hanel, 2002).

Zajímavosti

Některé obrněnky poskytují v noci přírodní podívanou na fosforeskující moře. Luciferin-luciferázový systém je příčinou jejich světlování. Této bioluminiscence jsou schopné především druhy *Nostiluca miliaris* a *Gonyaulax* v Severním moři (Hausmann, Hülsmann, 2003).

SKRYTĚNKY (CRYPTOPHYTA)

Charakteristika a výskyt

Skrytěnky jsou autotrofní i heterotrofní organismy. Dříve se řadily k obrněnkám (Dinophyta). Rozdíly spočívají ve zvláštní stavbě jádra a přítomnosti nukleomorfů v chloroplastu, což je zbytek jádra endosymbiotické buňky. Vyskytují se v mořských i sladkých vodách, přítomny jsou i na jarním sněhu (Dostál, 2006). O výskytu skrytěnek v akváriích jsem nenalezla žádné informace.

Stavba a rozmnožování

Na ventrální straně nesou podélnou rýhu. Povrch buňky nekryje buněčná stěna, čili se jedná o periplast. Buňky jsou dorzoventrálně stavěné a vystupují z nich dvojice bičíků, kdy jeden je kratší a druhý delší. Asimilačními pigmenty jsou chlorofyl-a+c, β -karoten, xantofyly a fykobiliny (fykoerytrin a fykocyanin). Obsah těchto pigmentů napovídá o vývojové příbuznosti s ruduchami jako se sekundárními endosymbionty (viz. Ruduchy str. 21). Skrytěnky se rozmnožují převážně nepohlavně, vzácněji nastává pohlavní izogametické rozmnožování (Dostál, 2006; Ambrožová, 2002).

Ekologie

Na začátku jara a podzimu se hojně vyskytují v nádržích, pobřežních vod a rybnících, kde tvoří hnědé až načervenalé zbarvení vody. Některé druhy rodu *Cryptomonas* přežívají v malých nádržích po celý rok. Skrytěnky mají podstatný podíl na potravě zooplanktonu (Lellák, 1973; Ambrožová, 2002).

CHROMOPHYTA

Charakteristika a výskyt

Velká skupina zlatohnědých řas (Chromophyta) zahrnuje pět tříd se společnými znaky. Do této skupiny patří volně žijící mikroskopiční bičíkovci a další jednobuněčné organismy s vláknitou nebo heterotrichální stélkou, či makroskopické řasy až s pletivnou stélkou (Dostál, 2006).

- Zlativky (Chrysophyceae)
- Haptophyceae
- Rozsivky (Bacillariophyceae, Diatomae)
- Hnědé řasy (Phaeophyceae)
- Různobrvky (Xanthophyceae)

Počet čtyř membrán kolem plastidu napovídá o pravděpodobném sekundárním endosymbiotickém původu z jednobuněčných ruduch a heterotrofních eukaryot. Z asimilačních pigmentů jsou zastoupeny chlorofyl-a+c, β -karoteny, žlutý heteroxantin a

někdy hnědý fukoxantin. Nejčastějšími produkty fotosyntézy jsou polysacharid laminarin a chrysolaminarin, olej a manitou (Dostál, 2006).

ZLATIVKY (CHRYSTOPHYCEAE)

Charakteristika a výskyt

Převážně jednobuněčné organismy žlutého nebo hnědého zbarvení, proto český název zlativky. Často vytvářejí kolonie. Osidlují chladnější vodní biotopy, největší výskyt je na jaře a na konci zimy. Nejstarší fosilní nálezy zlativek pocházejí z jury a křídy. V přírodě žijí přichyceny k podkladu či volně (Dostál, 2006; Ambrožová, 2002). O výskytu zlativek v akváriích jsem nenalezla žádné informace.

Stavba a rozmnožování

Buňka je často kryta periplastem, některé druhy vytvářejí loriky (schránky) nebo produkují křemičité šupiny. Většinou mají dva nestejnocenné bičíky o různé délce (heterokontní). Delší bičík je péřitý se dvěma řadami mastigonem (tubulární části s vlasovitým přívěskem), kratší bičík je opatřen fotoreceptorem. Červené stigma a fotoreceptor jsou součástí světločivého aparátu. (Dostál, 2006; Kalina, 2003)

Nepohlavní rozmnožování probíhá většinou prostým dělením buněk, méně často je pozorováno pohlavní rozmnožování typu izogamie. Někteří zástupci se za nepříznivých podmínek přeměňují v cysty (Dostál, 2006).

ROZSIVKY (BACILLARIOPHYCEAE, DIATOMAE)

Charakteristika a výskyt

Rozsivky (Obrázek 1) se často vyskytují jako složka fyto bentosu v tekoucích i stojatých vodách. Fosilní zástupci mají horninotvorný význam. Prázdné schránky rozsivek tvoří mocné vrstvy horniny, ze které se těží rozsivková zemina – diatomit. Dříve se využívala při výrobě dynamitu, dnes se využívá ve stavebnictví. Penátní typy rozsivek převažují ve sladkých vodách, v mořských převládají centrické typy rozsivek. Tvoří 40 – 45 % produkce uhlíku v oceánech a tím jsou nejproduktivnější skupinou

autotrofů na Zemi a důležitou součástí globální primární produkce (Dostál, 2006; Ambrožová, 2002; Kalina, 2003).

Stavba a rozmnožování

Stélka je výlučně kokální. Mají dvoudílnou křemičitou schránku (frustula). Horní část frustuly je nazývá epitéka, dolní část hypotéka. Zapadání frustuly do sebe připomíná Petriho miskou. Dělení rozsivek se řídí podle symetrie frustul – centrické (radiálně symetrické) a penátní (bilaterálně symetrické). U penátních typů se nachází podélná štěrbina (raphe). Na každé schránce (epitéka, hypotéka) se rozlišuje plocha, tzv. valva, s bočním pásem cingulum (Dostál, 2006; Kalina, 2003).

Nejčastějším způsobem nepohlavního rozmnožování je dělení, které se uskutečňuje oddálením jedné poloviny schránky rozsivky. Každá z obou dceřiných buněk získá jednu původní miskou a druhou si vytvoří. Buňka se rozdělí a vytvoří si menší polovinu schránky. K pohlavnímu rozmnožování dochází po mnoha buněčných děleních, během nichž se velikost dceřiných buněk zmenšuje. Pohlavní rozmnožování se u centrických a penátních typů rozsivek liší. U centrických typů je známo pohlavní rozmnožování izogamické, anizogamické nebo oogamické. Oogamické rozmnožování probíhá oplozením nepohyblivé mateřské buňky pohyblivým spermatozoidem s jedním přerýtým bičíkem. U penátních typů je pohlavní rozmnožování pouze izogamické nebo anizogamické, nevytváří pohyblivá stadia, ale kopulují dvě geneticky rozdílné buňky. Po oplození se u rozsivek zygota mění v auxosporu, ta si vytváří novou schránku (Dostál, 2006; Kalina, 2003).

HNĚDÉ ŘASY (PHAEOPHYCEAE)

Charakteristika a výskyt

Hnědé řasy v litorálu a v sublitorálu chladných severních moří tvoří husté porosty s vysokou produkcí organické hmoty. Převážně se jedná o přisedle rostoucí řasy na skalách a na písčinych pobřežích. Hospodářsky se některé druhy využívají jako krmivo, jiné se zas využívají k výrobě alginových kyselin (Dostál, 2006; Kalina, 2003).

Stavba a rozmnožování

Stélka hnědých řas může být vláknitá, heterotrichální nebo pletivná s částečnou diferenciací pletiv (asimilační, zásobní a vodivá plativa). Stélka je vysoká obvykle od několika centimetrů do několika decimetrů, u některých druhů dosahuje jejich délka až 100 m. Největší hnědé řasy mají rozlišenou stélku s náznakem diferenciacie orgánů na rhizoidy, kauloidy a fyloidy (Dostál, 2006; Kalina, 2003).

Nepohlavní rozmnožování probíhá rozpadem stélky (fragmentace). Téměř u všech zástupců se rozvinula rodozměna, nejčastěji izomorfická. Pohlavní proces je izogamický, anizogamický, oogamický (Dostál, 2006; Kalina, 2003).

RŮZNOBRVKY (XANTHOPHYCEAE)

Charakteristika a výskyt

Charakteristikou různobrvек je obrovská paleta tvarů a typů stélek. Převážně se vyskytují v sladkých vodách a zejména v povrchové vrstvě půdy (Dostál, 2006).

Stavba a rozmnožování

Stélka různobrvек je převážně monadoidní, kokální, vláknitá, heterotrichální a sifonální. Nepohlavní rozmnožování probíhá pouhým dělením buňky u jednobuněčných druhů. U ostatních zástupců probíhá zoosporami nebo aplanosporami. Pohlavní rozmnožování není známo (Dostál, 2006; Kalina, 2003).

KRÁSNOOČKA (EUGLENOPHYTA)

Charakteristika a výskyt

U krásnooček (Euglenophyta) nejspíše během vývoje došlo k sekundární endosymbióze a tím získaly chloroplasty umožňující krásnoočkům fotosyntézu. Proto jsou schopny fototrofní výživy. Žijí ve sladkých vodách, méně často v moři jako součást planktonu (Kalina, 2003).

Jen asi jedna třetina krásnooček obsahuje plastidy, proto je jako skupinu nepovažujeme pouze za fototrofní organismy, nýbrž také za heterotrofní organismy (Hausmann, Hülsmann, 2003)

Stavba a rozmnožování

Volně žijící jednobuněčné organismy s dvěma bičíky, z nichž jeden může být zkrácen (lze pozorovat pouze elektronový mikroskopem). Delší bičík funguje jako tažný sloužící k pohybu vpřed, druhý je vlečený. Bičíky vyrůstají z váčkovité ampuly (apikální prohloubeniny, bičíkového váčku), do které se vyprazdňují pulzující vakuoly. Blízko této ampuly je uložena červená pigmentová skvrna, která je součástí fotoreceptoru. Tato skvrna, nazývaná stigma, je složená z β -karotenu a flavoproteinů. Buněčná stěna není vytvořena, na povrchu buňky je pouze pružný periplast, nazývaný také pelikula. Assimilační pigmenty zahrnují chlorofyl a+b, β -karoten a xantofyly. V plazmě jsou také obsažena paramylonová zrna, která jsou zásobním polysacharidem krásnooček. Rozmnožují se převážně nepohlavně podélným dělením buňky (Sedlák, 2003; Dostál, 2006).

Ekologie

Krásnoočka se vyskytují především ve sladkých a brakických vodách. Jsou běžnou součástí planktonu znečištěných (eutrofních) stojatých vod. Masový rozvoj fototrofních forem nastává v organicky znečištěných nádržích či rybnících. Při masovém namnožení zbarvují vodu nádrží do zelena (Dostál, 2006; Ambrožová, 2002).

Zajímavosti

Zelené druhy krásnooček mohou být mixotrofní. Krásnoočka, která druhotně ztratila své plastidy, se živí heterotrofně, některá z nich jsou dokonce dravá nebo parazitická – mají vyvinut faryngální aparát (Dostál, 2006, Hausmann, Hülsmann, 2003).

ZELENÉ ŘASY (CHLOROPHYTA) A PAROŽNATKY (CHAROPHYTA)

Charakteristika a výskyt

Zelené řasy (Chlorophyta) a parožnatky (Charophyta) jsou početnou, velmi starou skupinou organismů. Asimilační pigmenty obou těchto skupin, způsobující výrazné zelené zbarvení, jsou chlorofyl a+b. Dále obsahují β -karoteny a xantofyly. Společným znakem zelených řas je uzavřená mitóza, kdy nedochází k zániku jaderné membrány. U parožnatků dochází k otevřené mitóze (před děleními se jaderná membrána rozestupuje) (Dostál, 2006).

V následujících kapitolách je shrnuta charakteristika tříd:

- zelenivky (Chlorophyceae)
- trubicovky (Bryopsidophyceae)
- spájivky (Conjugatophyceae)
- vlastní parožnatky (Charophyceae)

ZELENIVKY (CHLOROPHYCEAE)

Charakteristika a rozmnožování

Zelenivky (Chlorophyceae) jsou řasy s jednobuněčnou nebo mnohobuněčnou stélkou, která je vláknitá až heterotrichální. Vyskytují se jednotlivě nebo mohou tvořit kolonie či cenobia. Kolonie zelenivek je soubor buněk několika generací držících při sobě slizovými obaly, kdežto cenobium je několikabuněčný celek jedné generace odpovídající mocnině 2^n . Nebíčíkaté organismy mají pevnou buněčnou stěnu, tvořenou polysacharidy (Dostál, 2006; Ambrožová, 2002).

TRUBICOVKY (BRYOPSIDOPHYCEAE)

Charakteristika a rozmnožování

Trubicovky se vyskytují ve sladkých vodách i v mořském litorálu. Vytvářejí mnohojadernou sifonální stélku (trubicovitou) nebo sifonokladální (trubicovitou s přehrádkami). Rodozměna je u většiny zástupců rozvinutá, často izogamická a heterotální (Dostál, 2006).

SPÁJIVKY (CONJUGATOPHYCEAE)

Charakteristika a rozmnožování

Jednobuněčné nebo vláknité zelené řasy, vyskytující se jako plankton a bentos výlučně ve sladkých vodách. V žádné fázi svého životního cyklu nevytváří bičíkaté stádium. Svůj název získaly na základě způsobu rozmnožování konjugací neboli spájením. Tento specifický způsob rozmnožování probíhá přiblížením dvou geneticky odlišných vláken, splynutím jejich protoplastu a následným vznikem gametangia. Protoplasty splývají v diploidní zygotu přečkávající nepříznivé období (hypnospora). Nepohlavní rozmnožování probíhá dělením buňky (Dostál, 2006).

VLASTNÍ PAROŽNATKY (CHAROPHYCEAE)

Charakteristika a rozmnožování

Parožnatky se nejčastěji vyskytují na pobřežích sladkých a brakických vod, stojatých i mírně tekoucích. Parožnatky jsou makroskopické rostliny. Jejich tělo má rozlišenou stélku s náznakem diferenciací orgánů na rhizoidy, kauloidy a fyloidy. Celkový vzhled stélek připomíná rostliny přesliček. Pohlavní rozmnožování je oogamické a dosáhlo vysoké vývojové dokonalosti. Hlavním typickým znakem je vznik plodu sporokarpu po oplození (Dostál, 2006).

VYŠŠÍ ROSTLINY (CORMOBIONTA)

Převážně autotrofní, vzácně heterotrofní mnohobuněčné organismy žijící na souši (či druhotně žijící ve vodním prostředí). Vývojově vyšší rostliny vznikly ze zelených řas. Nejstarší nálezy zkamenělin suchozemských rostlin pocházejí spolehlivě ze siluru a jsou staré 420 milionů let, některé jsou snad ještě starší z ordoviku. S přechodem rostlin na souš souvisí mnoho znaků vyšších rostlin. Vytvořila se složitá soustava specializovaných vodivých pletiv, která jsou schopná vést organické látky a roztoky. Vznikly kořeny rostlin, které je upevňují v substrátu a čerpají z něho vodu. I další orgány se postupně přizpůsobovaly životu na souši (Kincl a kol., 2000; Kubát a kol., 1998).

3 METODIKA

3.1 POPIS ZKOUMANÝCH AKVÁRIÍ

Pro svou bakalářskou práci jsem si vybrala dvě akvária umístěná na Katedře biologie a environmentálních studií PedF UK. Akvária jsem označila Akvárium 1 a Akvárium 2. Akvárium 1 je umístěné na chodbě katedry a jeho obyvatel je sumeček americký (*Ameiurus nebulosus*). Akvárium 2 se nachází v levém rohu studovny katedry. Podrobný popis zkoumaných akvárií uvádím v následujícím textu.

AKVÁRIUM 1



OBRÁZEK 2 Akvárium 1, orig. Barbora Hásková 2011

Objem akvária: 107 litrů

Druhy rostlin:

- *Vesicularia dubyana* (měchýřka jávská)
- *Ludwigia* sp.

Druhy ryb:

- sumeček americký (*Ameiurus nebulosus*) – 1 jedinec

Druh krmiva:

- mražené patentky
- kousky živých žížal

Druh osvětlení: zářivka Power GLO T5 1x24W

Doba osvětlení: 11 hodin denně

Substrát dna: říční písek, kořen

Výsledky měření pH, konduktivity a teploty u Akvária 1 uvádím v kapitole str. 38.

AKVÁRIUM 2



OBRÁZEK 3 Akvárium 2, orig. Barbora Hásková 2011

Objem akvária: 90 litrů

Druhy rostlin:

- *Ceratophyllum* sp.

- *Ludwigia* sp.
- *Anubias barteri nana*
- *Cryptocoryne affinis*

Druhy ryb:

- krunýřovec (*Ancistrus* sp.) – 5 jedinců, původem z Jižní Ameriky
- štikovec (*Pachypanchax sakaramyi*) – 6 jedinců, původem ze západní Afriky a Madagaskaru
- parmička černopruhá (*Crossocheilus siamensis*) – 3 jedinci, původem z JV Asie

Druh krmiva: vločkové krmivo Lon Mix

Druh osvětlení:

- zářivka Life GLO T5 1x24W
- zářivka Power GLO T5 1x24W

Doba osvětlení: 12 hodin

Substrát dna: jílové granule Aquaclay Ground

3.2 POUŽITÉ METODY POZOROVÁNÍ A URČOVÁNÍ PRVOKŮ A BEZOBRATLÝCH

ŽIVOČICHŮ

Při mikroskopickém rozboru vzorků akvarijního nánosu na zkoumaných sklíčkách jsem se nejčastěji setkávala se zástupci skupin nálevníků, hlístů, kroužkovců, drobných korýšů.

K uložení nárostových sklíček jsem vybrala dvě akvária na Katedře biologie a environmentálních studií PedF UK (viz. popis zkoumaných akvárií str. 32). Při výrobě nárostové sestavy jsem použila histologickou kyvetu, podložní sklíčka pro mikroskopování a obvazovou síťku pro překrytí kyvety před okusováním rybiček v akváriu. Do jedné histologické kyvety jsem vyskládala osm podložních sklíček popsanými čísly 1 až 8, překryla kyvetu se klíčky obvazovou sítkou a převázala provázkem. V každém akváriu byly umístěny dvě nárostové sestavy po osmi sklíčkách. Vloženy do akvárií byly 27. 1. 2011. První kontrola sklíčka č. 1 proběhla 3. 2. 2011.

Číslování sklíček mi umožňovalo orientaci při manipulování se sklíčky, které jsem po pozorování opět vracela na své místo. Později jsem jich ale nevyužila, byly tam vkládány pro větší jistotu mého výzkumu. Kontrolování nárостu probíhalo zpravidla po týdnech, přesná data uvádím v tabulkách s relativní početností živočichů v akváriu 1 str. 40. U akvária 2 byly kontroly méně časté než u akvária 1. Důvodem se stal malý nárост sklíček vhodný pro výzkum. To mne přimělo k tomu, abych se spíše zaměřila na pozorování akvária 1 a mohla tak zhodnotit své výsledky.

Postup při pozorování byl následující. Z vybraného akvária jsem použila jedno nárостové sklíčko. Po vytažení sklíčka z akvária jsem jednu méně porostlou stranu očistila, aby nedošlo při manipulaci s mikroskopem k znečištění. Na pozorovanou stranu sklíčka jsem přidala kapku vody z akvária a přiložila krycí sklíčko stejné velikosti jako podložního.

Při kontrole nárостových sestav se provádělo měření pH, konduktivity a teploty. K měření pH byl použit pH-metr, k měření teploty byl použit teploměr a ... sloužil pro měření konduktivity. Naměřené hodnoty uvádím str. 38 pouze u akvária 1.

Početnost zástupců při prvním pozorování překonalo mé očekávání. K vidění na jednom nárостovém sklíčku bylo již několik zástupců prvoků a bezobratlých živočichů. Evidence početnosti každého zástupce zvláště mi při každém pozorování umožnila tabulka se stupnicí od 0 do 5. Hodnocení stupnice uvádím zde:

- 0 - 0 jedinců
- 1 - 1 až 20 jedinců
- 2 - 11 až 40 jedinců
- 3 - 41 až 60 jedinců
- 4 - 61 až 80 jedinců
- 5 - 81 a více jedinců

Výsledky početnosti jsou pouze relativní. Jde o početnost jednotlivých zástupců na jednom pozorovaném sklíčku. Výsledky a hodnocení relativní početnosti uvádím str. 40

O každém pozorovaném zástupci jsem se vytvořila rozsáhlou fotodokumentaci a videodokumentaci, kterou uvádím na svých webových stránkách (více str. 37).

K určování jednotlivých zástupců byly použity klíče k určování vodních prvku a bezobratlých živočichů: Hanel, Lišková (2003); Chejsin (1955); Hrabě a kol. (1954); Buchar a kol., (1995).

Při mém pozorování a určování mi především pomohly konzultace s Mgr. Janem Mourkem, Ph.D. a RNDr. Evy Liškové CSc.

3.3 ZPŮSOB MIKROSKOPOVÁNÍ A ÚPRAVA FOTODOKUMENTACE

Při svém mikroskopickém pozorování a sběru dat jsem pracovala s mikroskopem USB videomikroskop DMBA 310 PC/ ∞ . Jedná se o mikroskop pro profesionální používání s integrovanou digitální kamerou (max. rozlišení 3 MPix) do hlavičky mikroskopu. Použití vícevrstvých povlakovaných čoček (CCIS EF-N) umožňuje pozorování s optimálním kontrastem. Při pozorování byla použita běžná metoda světlého pole i metoda fázového kontrastu s fázovými objektivy 10:1 a 40:1 (<http://www.mikroskopy-optika.cz/>).

Pro záznam digitálního obrazu z mikroskopu jsem použila software Motic Images Plus 2.0, který umožňuje zobrazit živý obraz z mikroskopu na monitoru počítače, úpravy a ukládání pořízených snímků a základní měření. Je vybaven funkcemi pro měření rozměrů, kalibrace a vkládání kalibrovaného měřítka. Měřítka jsem využila při pořizování vlastních snímků (<http://www.mikroskopy-optika.cz/>).

Následné prohlížení a úprava fotografií probíhala v programu zkušební verze Adobe Photoshop CS4. Fotografie zde byly v tomto programu nejdříve ořezávány. Poté podle přesného počtu pixelů původního měřítka bylo vloženo nové měřítko s popisem. U některých fotografií byly vloženy popisky. S úpravou fotografií mi pomáhal Martin Talavášek.

Videosekvence nebyly nijak upravovány, pro jejich přehrávání mi sloužil přehrávač VLC Media Player. Z videosekvencí byly pořízeny i některé fotografické snímky pro účely popisu pohybu či jiných aktivit prvoků a bezobratlých živočichů.

3.4 TVORBA WEBOVÉ STRÁNKY

S vytvářením webové stránky mi velice pomohl Martin Talavášek. Jako vhodnou variantu jsme použili webovou službu Google Sites, která umožňuje vytvářet a publikovat jednoduché webové stránky. Práce s touto službou byla snadná a rychlá, vhodná pro mírně pokročilé uživatele internetu.

Výuková webová stránka zahrnuje vlastní atlas prvoků a bezobratlých živočichů ve sladkovodních akváriích spolu s fotodokumentací a videodokumentací. Video se přehrávají prostřednictvím youtube.com. Dále na stránkách uvádím použité metody při získávání vlastního preparátu a doporučuji klíče k určování prvoků a bezobratlých.

Úroveň obsahu webové stránky je určen pro studenty středních škol, případné využití i na přírodovědně zaměřených vysokých školách.

Webová stránka je dostupná online na adrese:

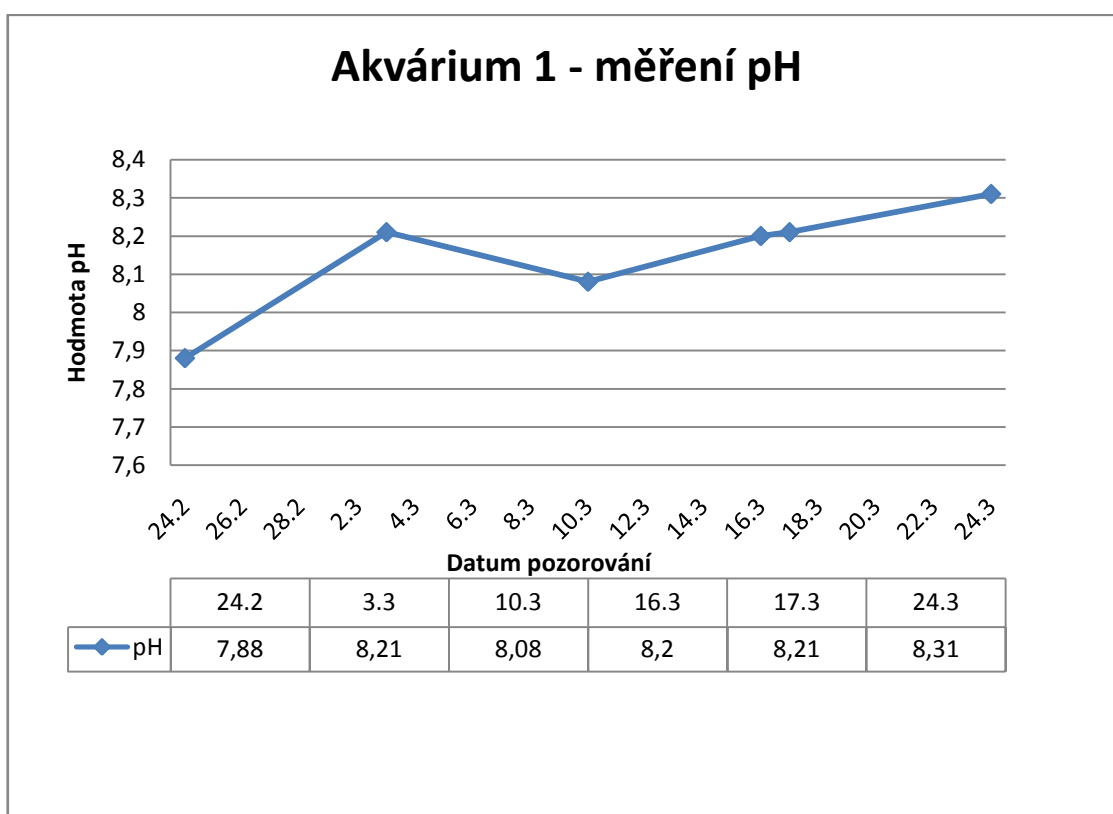
<https://sites.google.com/a/skrz.cz/prvoci-a-bezobratli/>

Náhled webové stránky uvádím v příloze na konci bakalářské práce.

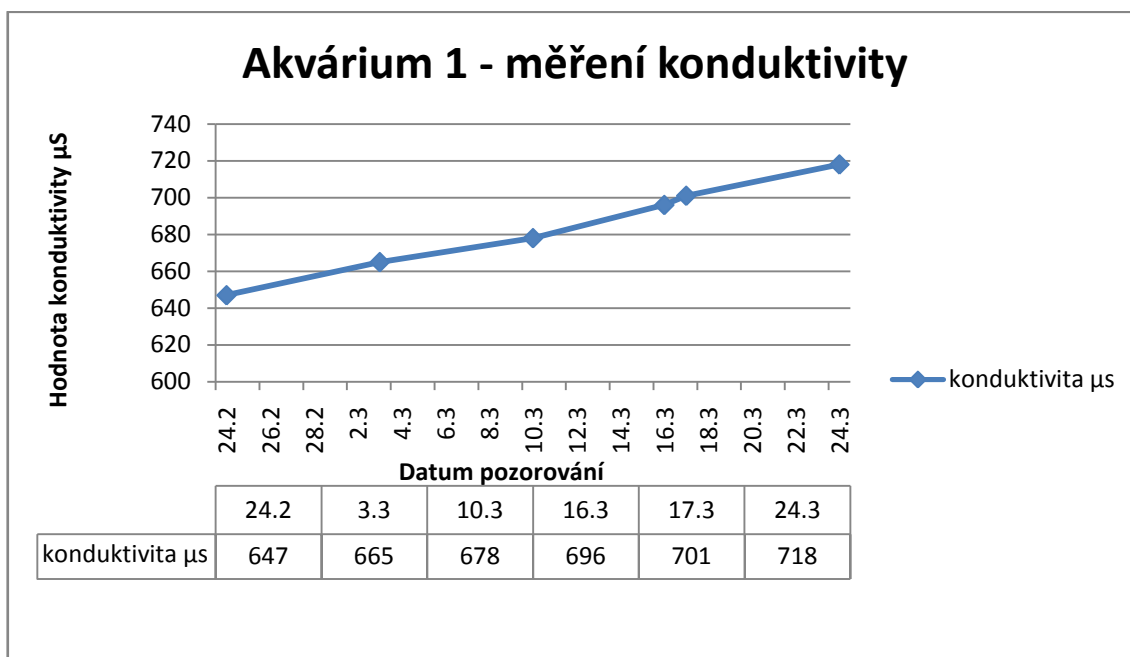
4 VÝSLEDKY

4.1 VÝSLEDKY FYZIKÁLNÍCH MĚŘENÍ V AKVÁRIÍCH

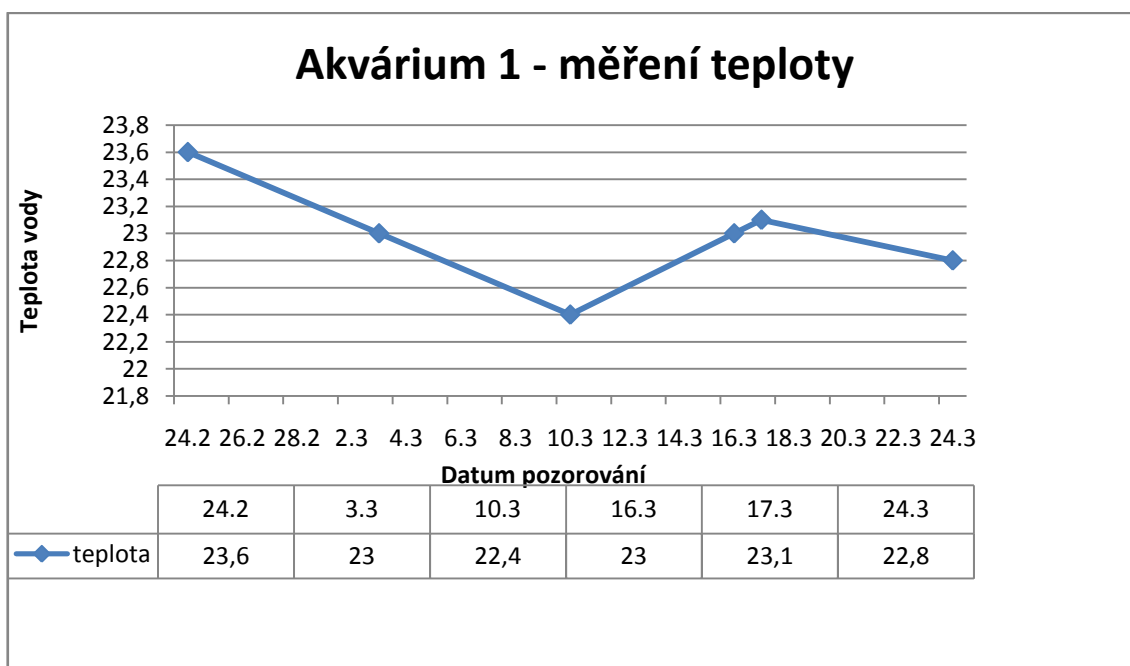
Při pozorování vzorků nárostových sklíček jsem měřila hodnoty pH, konduktivity a teploty akvarijní vody. Pro měření hodnot jsem použila jen jedno akvárium, Akvárium 1. Naměřené hodnoty uvádím v následujících grafech.



Hodnoty pH na začátku (24. 2. 2011) a na konci (24. 3. 2011) měření byly poměrně rozdílné. V průběhu měření došlo ke kolísání naměřených hodnot. Výsledky jsou z Akvária 1.



Hodnoty konduktivity μS na začátku (24. 2. 2011) a na konci měření (24. 3. 2011) postupně stoupaly. V průběhu nedošlo k žádnému kolísání naměřených hodnot. Výsledky jsou z Akvária 1.



Hodnoty teploty na začátku (24. 2. 2011) a na konci měření (24. 3. 2011) postupně klesaly. V průběhu nedošlo ke kolísání naměřených hodnot a to 10. 3. 2011. Výsledky jsou z Akvária 1.

4.2 PŘEHLED ZJIŠTĚNÝCH ORGANISMŮ V AKVÁRIÍCH

V této kapitole chci rozvést přehled živočichů, které jsem vyzorovala při svých kontrolách nárostových sklíček. Nejprve uvedu tabulku s relativní početností všech zjištěných živočichů.

Tabulka pro prvoky:

AKVÁRIUM 1 datумы:	3.2	17.2	24.2	3.3	10.3	16.3
trubénka	3	2	0	0	1	0
neurčení bičíkovci	5	5	5	3	3	3
krytenka	1	1	0	0	0	0
lezounek	0	0	1	0	1	1
mrskavka	0	1	2	1	1	1
vířenka	0	0	1	1	0	1
slunivka	1	0	0	0	1	1

Tabulka pro bezobratlé živočichy:

AKVÁRIUM 1 datумы:	3.2	17.2	24.2	3.3	10.3	16.3
ploštěnka	1	0	1	0	0	1
hlístice	4	4	4	4	4	4
obrněnka	2	1	1	1	1	2
pijavenka	2	2	2	1	2	2
břichobrvka	0	0	0	1	0	0
olejnuška	0	0	1	2	0	1
naidka	0	0	0	1	0	1
lasturnatka	0	1	0	1	0	0

Hodnoty tabulky se stupnicí od 0 do 5. Relativní početnost pozorovaných organismů:

- 0 - 0 jedinců
- 1 - 1 až 20 jedinců
- 2 - 11 až 40 jedinců
- 3 - 41 až 60 jedinců
- 4 - 61 až 80 jedinců
- 5 - 81 a více jedinců

Fotografie neuvedených zástupců v atlasu:



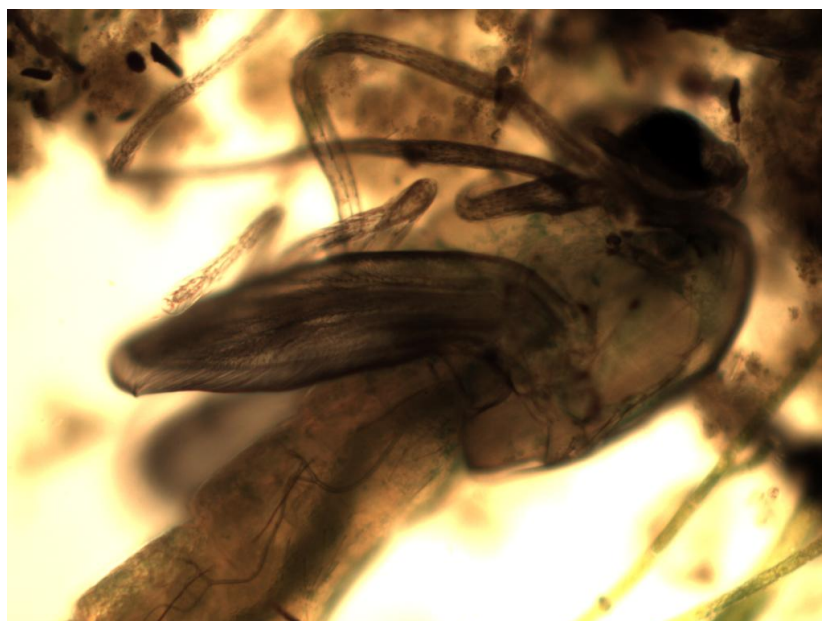
OBRÁZEK 4 trepka (*Paramecium* sp.), pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011



OBRÁZEK 5 krytenka (Testaceolobosia), orig. Barbora Hásková 2011



OBRÁZEK 6 domníváme se, že se jedná o líhnoucí se larvu dvoukřídlých, pravděpodobně pakomára, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011



OBRÁZEK 7 kutikula dvoukřídlého hmyzu, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Z tabulek vyplývá, že relativní početnost se u jednotlivých živočichů mění. Trubénky jsou při začátku pozorování docela početné, později ale jejich početnost klesá. Neurčené bičíkovce jsem zpozorovala při každém mikroskopování, ale v atlasu je neuvádím pro jejich velice malou velikost a tím jejich nepřesné určení. U ostatních prvků byla početnost dosti malá nebo nebyli vůbec zpozorováni.

Početnost bezobratlých živočichů byla podobná jako u prvků. Hlístice představovaly nejpočetnější skupinu bezobratlých. Jejich stav se v průběhu pozorování nijak neměnil. Nejméně početným živočichem byla břichobrvka. Zjistila jsem pouze jeden exemplář za celé pozorování. Pro její zajímavou charakteristiku ji uvádím ve svém atlasu.

Tabulky neuvádím do grafu z důvodu většího zastoupení stejných údajů o relativní početnosti. Graf by tím byl nepřehledný.

V následujících sloupcích vypisuji seznam pozorovaných živočichů včetně těch, které nejsou uvedeny ve vlastním atlasu:

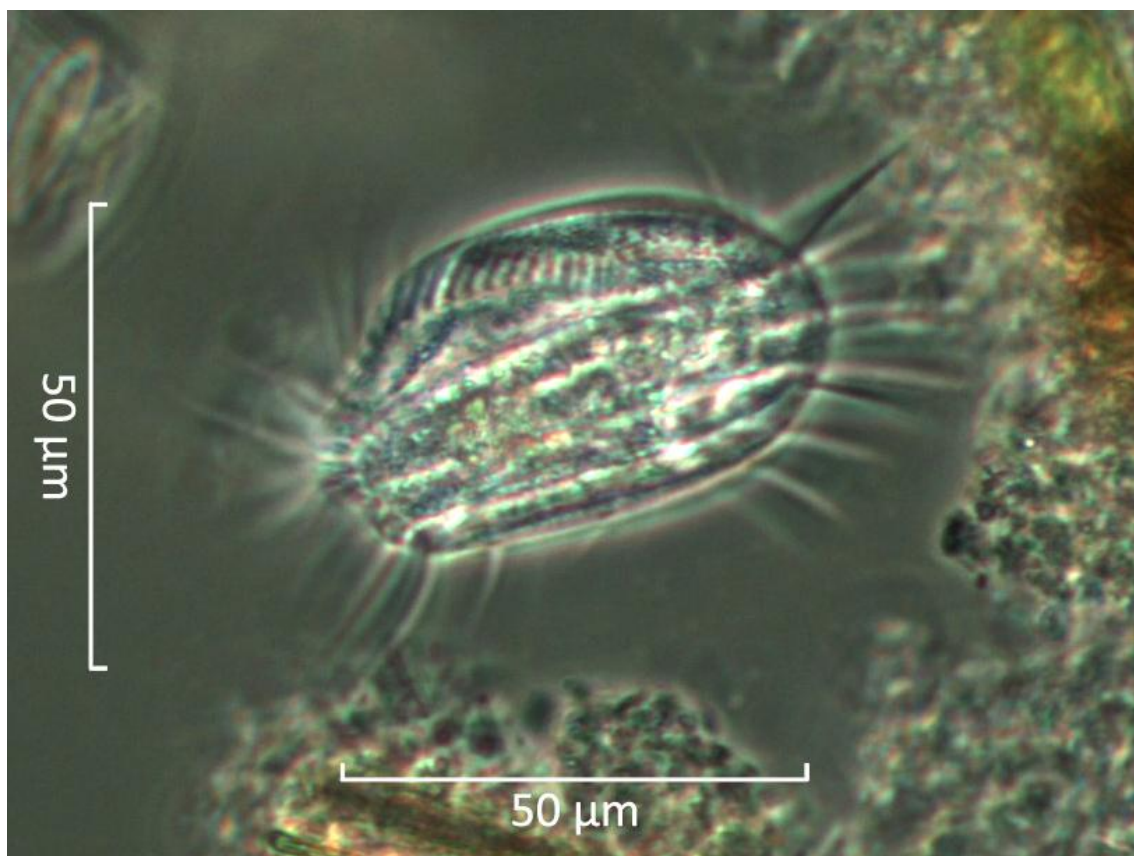
PRVOCI	BEZOBRATLÍ
<ul style="list-style-type: none">• Trubénky (Choanozoa)• krytenky (Testaceolobosia)• Nálevníci (Ciliophora)<ul style="list-style-type: none">○ treпка (<i>Paramecium</i> sp.)○ lezounek (<i>Euplotes</i> sp.)○ mrskavka (<i>Stentor</i> sp.)○ vířenka (<i>Vorticella</i> sp.)• Slunivky (Heliozoa)<ul style="list-style-type: none">○ slunivka (<i>Actinospherium</i> sp.)	<ul style="list-style-type: none">• Ploštěnci (Plathelminthes)<ul style="list-style-type: none">○ ploštěňky (Turbellaria)• Hlístice (Nematoda)• Vířníci (Rotifera, Rotatoria)<ul style="list-style-type: none">○ pijavenky (Bdelloidea)○ obrněnka (<i>Brachionus</i> sp.)• Břichobrvky (Gastrotricha)• Kroužkovci (Annelida)<ul style="list-style-type: none">○ olejnuška (Aeolosomata)○ naidka (Naididae)• Členovci (Arthropoda)<ul style="list-style-type: none">○ lasturnatka (<i>Ostracoda</i>)

4.3 VLASTNÍ ATLAS PRVOKŮ A BEZOBRATLÝCH VE SLADKOVODNÍCH AKVÁRIÍCH

V následujících kapitolách popisují vybrané zástupce prvoků a bezobratlých živočichů. Vybrala jsem si je pro jejich častý výskyt v akváriích.

JEDNOBUNĚČNÉ ORGANISMY (PROTISTA)

4.3.1 NÁLEVNÍCI (CILIOPHORA)



OBRÁZEK 8 nálevník rodu Euplotes, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011

Charakteristika a výskyt

Český název kmene nálevníci jim přísluší díky jejich výskytu v nálevech připravených ze sena a vody (viz. zajímavosti), kdežto překlad latinského názvu Ciliophora je *řasinky nesoucí*. Jde o hojně rozšířený kmen, který obývá všechna vodní prostředí od oceánů až po české rybníky či znečištěné nádrže. Vyskytují se i v suchozemských biotopech, například ve vlhké půdě. Většina nálevníků žijících ve vodě má tvar těla oválný, kulový nebo vřetenovitý. Půdní nálevníci mají tělo často

hadovitě protáhlé se silnými brvami. Menšina z nich žije přisedle, někdy pomocí dlouhé stopky. Někteří parazitují na jiných živočišných organismech i na lidech. Nálevníci jsou důležitou složkou potravních řetězců a indikátory znečištění vody. V životním prostředí se podílejí na samočisticích pochodech (Papáček a kol., 1994; Nováková, 2009).

Stavba těla a rozmnožování

Velikost buněk nálevníků se pohybuje v rozmezí 10 μm až 4500 μm . Buňka je pokryta brvami, pomocí kterých se mohou pohybovat. U některých nálevníků jsou brvy na ventrální straně těsně nahloučeny do svazků, tzv. cirrů, které připomínají jakési „nožičky“ a jsou využívány k pohybu po pevném podkladu. Povrchová vrstva buňky je tvořená tzv. kortexem a má složitou stavbu. Jeho svrchní vrstva je tvořená pelikulou, hlubší vrstva kortexu se nazývá infraciliatura. Elastická pelikula, která dovoluje změny tvaru těla, má různý povrchový reliéf a je tvořena plazmatckou membránou, pod kterou leží ploché membránové váčky (alveoly). Někdy může být přeměněna na tuhý krunýř. V hlubší vrstvě se nacházejí kinetosomy neboli bazální tělíška brv, které bývají navzájem propojeny bazálními mikrotubulárními pásy. U nálevníků rozlišujeme dvojí obrvení neboli ciliaturu. První typ obrvení je somatické. Slouží k pohybu a má i senzorickou funkci. Vyskytuje se obvykle po celém těle kromě cytostomu. Uspořádání je pravidelné do podélných řad, přerušené v orální oblasti. Druhým typem je orální obrvení, kterým získávají a zpracovávají potravu. Orální aparát sloužil v osmdesátých letech 20. století jako hlavní určovací morfologický znak pro zařazování do jednotlivých systematických skupin. Pelikula nálevníku je nerovnoměrně vyvinuta. Na určitých místech jsou zeslabená místa, kde se nacházejí buněčná ústa (cytostom) a buněčná řiť (cytopyge). Umístění cytostomu se u různých zástupců nálevníků liší (Ambrožová, 2002; Lang a kol., 1971; Nováková 2009).

Kontraktilní (pulzující) vakuoly se vyskytují hlavně u volně žijících zástupců, kteří nemají vytvořenou pevnou buněčnou stěnu. Každý prvok má obvykle po jedné pulzující vakuole. U rodu treпка (*Paramecium* sp.) naopak bývají dvě kontraktilní vakuoly, jiní prvoci mají daleko větší počet. Principem funkce kontraktilní vakuoly je pomalé

naplnění tekutinou (diastola). Ta je periodicky vypuzována stahem vakuoly (systola) do okolního prostředí. U nálevníků jsou vytvořeny trvalé vývodné póry kontraktilních vakuol. Kontraktilní vakuoly mají několik funkcí. Jednou z nich je osmoregulace. Osmotický tlak prostředí je nižší než osmotický tlak cytoplazmy prvoků. Z tohoto důvodu voda proudí do buňky. Do vnitřního prostředí dostává voda také přijímáním potravy potravními vakuolami. Mohlo by dojít k roztrhnutí buňky. Kontraktilní vakuola tedy reguluje tyto změny osmotického tlaku a odstraňuje z buňky přebytečnou vodu. Další funkcí kontraktilní vakuoly může být například aktivní vylučování kationtů. Podrobný popis kontraktilní vakuoly popisuje Hausmann, Hülsmann(2003).

U nálevníků se vyskytuje tzv. jaderný dualismus, který je jejich charakteristickým znakem. V buňce jsou obsaženy dva typy jader. V každé buňce nálevníka nalezneme velké vegetativní jádro, makronukleus, a malé generativní jádro, mikronukleus. Jader může být i několik. Makronukleus řídí všechny životní funkce kromě pohlavního rozmnožování. K tomu je určen diploidní mikronukleus zajišťující konjugaci a výměnu genetické informace během ní. Nálevníci se kromě nepohlavního příčného dělení rozmnožují pohlavně pomocí konjugace. Při konjugaci se dvě buňky stejného druhu nálevníka spojují ústními póly. Po předchozím meiotickém dělení mikronukleu a rozpadu makronukleu dojde ke vzájemné výměně haploidních jader (původem z mikronukleu). Toto migrující jádro se následně spojí s jádrem, které zůstává na svém místě. Jedinci se po skončení konjugace od sebe oddálí, označují se jako tzv. exkojuganti. Následuje vývoj jader v každém jedinci samostatně (Lang a kol., 1971; Nováková 2009).

Potrava

Brvy nebo membranely v okolí buněčných úst umožňují nálevníkům víření částecí potravy a jejich přihánění k buněčným ústům. Na ventrální straně mají vchlípenou ústní nálevku, která umožňuje fagocytózu potravy a tvoří potravní vakuoly. Nejčastěji se živí bakteriemi. (Ruppert, Fox a Barnes, 2004).

Způsob pohybu

Někteří nálevníci mají svazky tvořené ciliemi, které se nazývají ciry (viz. výše stavba těla), Umožňují tak nálevníkům kráčivý pohyb po podkladu. (Hausmann, Hülsmann, 2003).

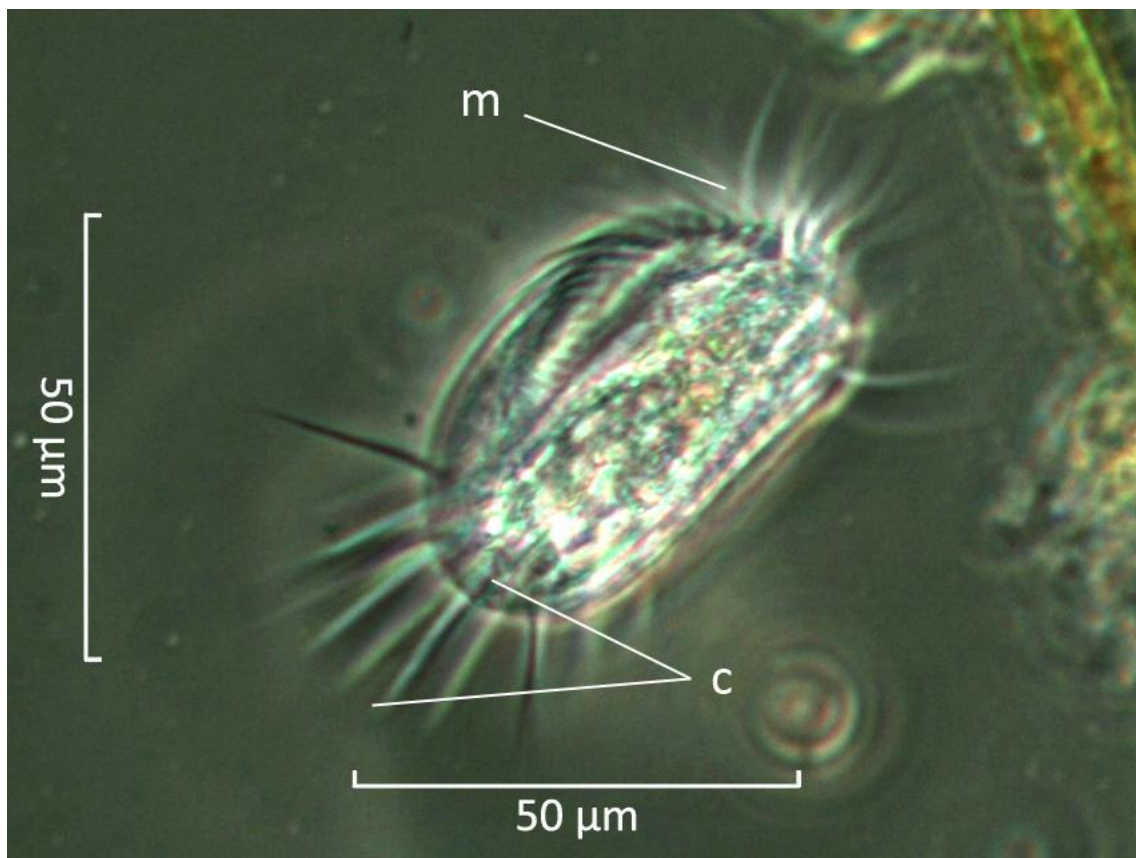
Zajímavosti

Nálevníky získáme velmi snadno z detritu akvárií. Další hojně používaný způsob přípravy preparátu nálevníků používaných na školách je nálev připravený ze sena nebo trávy a vody. Příprava je velice jednoduchá. Senný nálev se připravuje z hrsti sušeného sena vloženého do zavařovací sklenice a přelité vodou nejlépe z tůně, rybníka, nádrže, či jiných podobných zdrojů. Sklenice se překryje hodinovým sklem. Po týdnu je možné pozorovat první nálevníky (Altmann, Lišková, 1979). V senném nálevu jsou nálevníci přítomni proto, že jsou přenášena zároveň i jejich klidová stadia, cysty, které se ve vodním prostředí zaktivují. Někdy se může zdát obtížné nějakého nálevníka spatřit. (Papáček a kol., 1994).

Trepka velká (*Paramecium caudatum*) je nejsnadnějším úlovkem a je ji možné vidět i pouhým okem. Trepky lze z nálevu odebrat tenkou pipetou a přemístit s kapkou vody na připravené podložní sklíčko.

Vděčným objektem se také může stát vířenka (*Vorticella* sp.), kterou lze nejčastěji nalézt na povrchu vodních rostlin a řas ve stojatých vodách. Akvárium je tedy pro ně vhodným biotopem.

4.3.1.1 LEZOUNEK (*Euplotes* sp.)



OBRÁZEK 9 lezounek (*Euplotes* sp.): ciry (c), membranely (m), pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011

Charakteristika a výskyt

Určovacím znakem těchto dorzoventrálně zploštělých nálevníků jsou početné ciry na ventrální straně těla. (Obrázek 9). Ciry jsou uspořádané v podélných, přímých nebo klikatých řadách na ventrální straně těla nálevníka. Na laterálních okrajích těla ciry u tohoto rodu chybějí. Druhy rodu *Euplotes* se vyskytují v sladkých i mořských vodách. Vyskytují se často ve velkém množství v čistírenských kalech (Ruppert, Fox a Barnes, 2004).

Stavba těla a rozmnožování

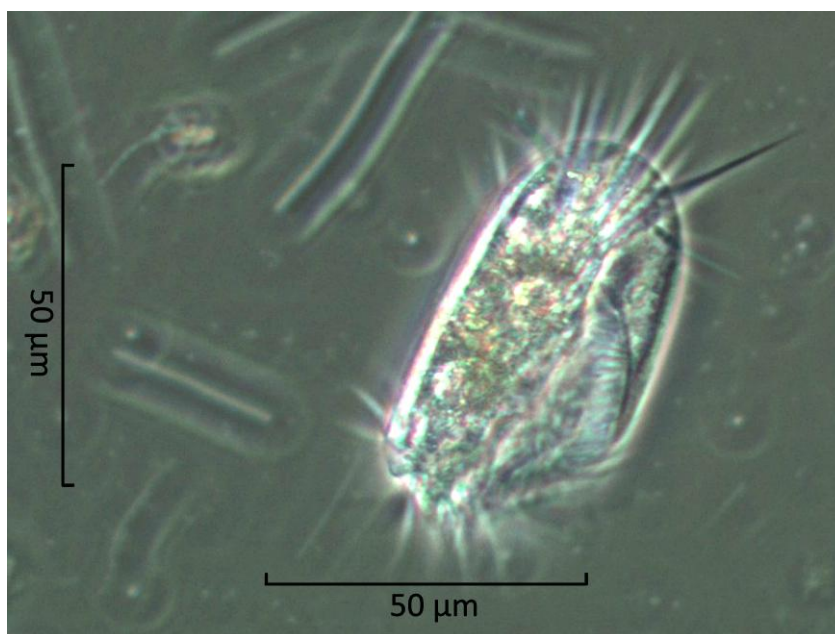
Znakem těchto dorzoventrálně zploštělých nálevníků jsou silné círy na ventrální straně těla, proto jsou řazeni do skupiny spodnobrví (Hypotricha). Pomocí těchto círů se pohybují po podkladu. Ventrální strana je zploštělá, kdežto dorzální strana s je mírně vyklenutá. Ústní aparát je opatřen zřetelnými adorálními membranelami. Tato zóna membranel tvoří límec kolem přední části buňky vedoucí k cytostomu (Hausmann, Hülsmann, 2003; Sedlák, 2003).

Potrava

Rod *Euplotes* se živí převážně bakteriemi. (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Způsob pohybu

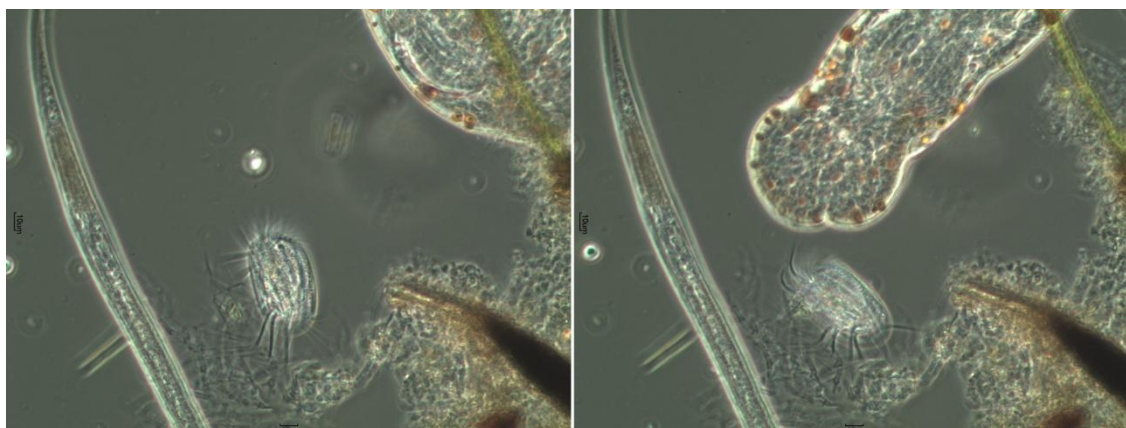
U rodu *Euplotes* i jiných nálevníků, lze dobře popsat vnitřně regulované chování. Jsou to změny pohybu, rychlý pohyb vpřed a vzad. „Neviditelné chování“ na úrovni membrán je kontrolováno často proměnlivým membránovým potenciálem. Proto potenciál často přestupuje práh nutný pro excitaci a vyvolá tím akční potenciál pro Ca^{2+} . Řasinky pak reagují synchronizovaným zvratem směru pohybu (Hausmann, Hülsmann, 2003).



OBRÁZEK 10 lezounek (*Euplotes* sp.) ventrální strana nálevníka, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011

Zajímavosti

Pro většinu prvoků je optimální teplotní rozmezí od bodu mrazu až k 40°C. Rod *Euplotes* však byl nalezen aktivní při – 2°C v mořské vodě (Hausmann, Hülsmann, 2003).



OBRÁZEK 11 lezounek (*Euplotes* sp.) a olejnuška (*Aeolosomata*), boční pohled na lezounka přichyceného círami k podkladu, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011

4.3.1.2 MRŠKAVKA (*Stentor* sp.)



OBRÁZEK 12 mrskavka (*Stentor* sp.): membranely (m), brvy (b), proud vody vytvořený vířením membranel (pv)

Charakteristika a výskyt

Druhy rodu mrskavka (*Stentor*) se vyskytují převážně v hustých porostech vodních rostlin ve sladké i mořské vodě. Mnoho druhů má různé zbarvení (zelená, modrá, růžová) (Hausmann, Hülsmann, 2003; Patterson, 1996).

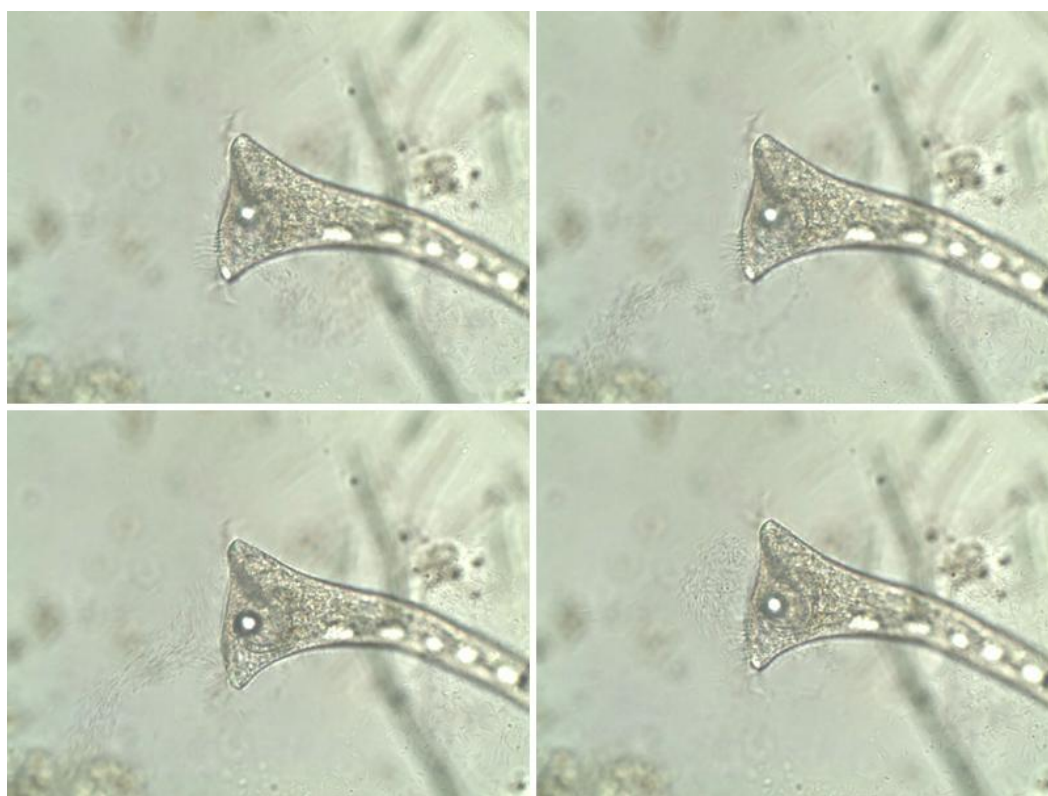
Stavba těla a rozmnožování

Rod *Stentor* žije převážně přisedle pomocí vyloučeného mukózního materiálu. Je kornoutkovitého tvaru až do velikosti 1 mm. Brvy (Obrázek 12) se nacházejí po celém těle, ale nejvíce se jich rozprostírá na apikální (orální) části, která je nejširším místem buňky. Brvy jsou zde těsně nahloučeny do tzv. membranel (Obrázek 12) lemující téměř celý obvod orální části. Pokud *Stentor* přetrvává delší dobu na jednom místě, může si vytvořit schránku z různých částic detritu získaných vířením. V buňce je větší počet

vegetativních i generativních jader. Vegetativní jádra jsou umístěna jako korálkovitý řetězec (Buchar a kol., 1995; Papáček a kol., 1994; Hausmann, Hülsmann, 2003).

Potrava

Přisedlé druhy potřebují být vyvýšeny nad podklad pro vytvoření proudu vody (Obrázek 13) směřující k jejich cytostomu. K vytváření proudu a přihánění potravy využívají pohybu řasinek. Přefiltrovanou potravou, která se dostává do cytostomu, mohou být i drobní mnohobuněční živočichové, např. vířníci. Kontraktilní vakuola se nachází v blízkosti předního konce buňky (Patterson, 1996; Buchar, 1995; Hausmann, Hülsmann, 2003).



OBRÁZEK 13 mrskavka (*Stentor* sp.), vytvořený proud vody přihánějící potravu k cytostom, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Způsob pohybu

Rod *Stentor* se nachází nejčastěji přisedlý k substrátu. Může se však uvolnit, změnit se v trubkovitý tvar a přemisťovat pomocí brv (Obrázek 12). Buňka je velice kontraktilní. Tato stažitelnost je podobná stonkům přisedlých kruhobrvých nálevníků (*Vorticella* sp. str. 52) (Sedlák, 2003).

Zajímavosti

Mají regenerační schopnost, kdy z jednoho rozřezaného jedince dorostou jen ty části s obsahem jaderné hmoty (Lang a kol., 1971).

4.3.1.3 VÍŘENKA (*Vorticella* sp.)



OBRÁZEK 14 vířenka (*Vorticella* sp.) přisedlá stonkem k podkladu, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Charakteristika a výskyt

Zástupci rodu *Vorticella* představují jeden z nejpůsobivějších jednobuněčných organismů. Vyskytují se v přírodě ve sladké i mořské vodě jako samostatné organismy, stejně jako v koloniích připomínající kytici. Nepovažují se však za pravé kolonie, jelikož každá buňka má vlastní individuální štíhlý stonek na aborálním konci ukotvený na substrátu. Některé příbuzné rody kruhobrvých nálevníků vytvářejí pravé kolonie s rozvětveným stonkem. Podkladem k přichycení mohou být rostliny i různí vodní živočichové, nejčastěji buchanky, plži a brouci, proto je můžeme považovat za epifytní a epizoické organismy (Lang a kol., 1971; Hausmann, Hülsmann, 2003).

Stavba těla a rozmnožování

Zvonovitě tvarovaná buňka se stonkem má dvě spirály brv, zbývající část těla je bez brv. Funkcí brv je přihánění potravy k cytostomu, u některých slouží k pohybu. Ciliární organely, podílející se na zachycení potravy, se objevují podél vnitřního okraje lemu na orální straně. Proud vody je vytvořený vlněním těchto cilií a přináší s sebou potravu k cytostomu. Makronukleus (velké jádro) má tvar podkovy. Stonek, kterým jsou vířenky přichycené k substrátu, se při podráždění stahuje jako pružina. Stažitelný stonek obsahuje uvnitř centrální svalové vlákno spasmonema (myonema). Toto vlákno vychází z těla buňky jako trubicovitý výběžek obklopený membránou, která obsahuje tenké filamenty i úzkou trubici endoplazmatického retikula a také mitochondrie. Mechanický podnět vyvolá rychlou kontrakci vláken, stonek se rychle stáhne do těsné spirály a zkrátí tím svou délku. K opětovnému narovnání stonku není zapotřebí aktivity orální ciliatury, jelikož stěna stonku je velice elastická a nejspíš působí antagonisticky vůči kontraktilitě spasmonemy. Po povolení stahu spasmonemy se tedy stonek narovná samovolně (Lang a kol., 1971; Hausmann, Hülsmann, 2003).

Po odeznění nepříznivých podmínek okolí, může vířenka vytvořit dceřinou buňku s novým dočasným věncem brv kolem aborálního konce (buňka má tedy věnec brv na obou koncích). Ten dceřiné buňce umožňuje migraci na nová místa. Noví jedinci se mohou odpojit od svého stonku (Obrázek 15) a volně migrovat poháněni brvami při hledání vhodnějšího prostředí, načež generují nový stonek k přichycení. Poté ztrácejí svůj dočasný věnec brv. Volně pohybující se organismy se nazývají telotrochy a v této podobě může být obtížné rozpoznat, že se jedná o vířenky (Patterson, 1996; Hausmann, Hülsmann, 2003).

Rod *Vorticella* se množí zdánlivě podélným dělením. Dceřiní jedinci mohou být rozdílné velikosti. Buňka podstupuje štěpení, kdy se jedna dceřiná buňka drží stonkem, vyvíjející se v blízkosti rodičovské základny. Po rozpadu se nový jedinec odpojí a migruje na jiné vhodné místo. Reprodukce může, stejně jako u dalších nálevníků, probíhat i konjugací. Tato forma rozmnožování probíhá přiložením buněčných úst -

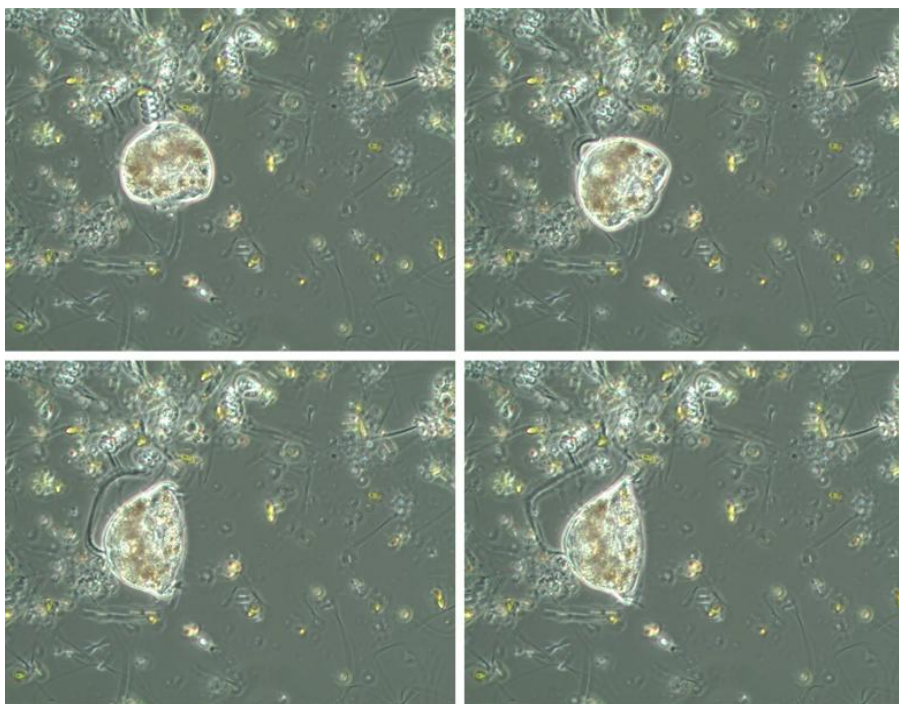
cytostomu (viz. nálevníci/rozmnožování str. 44) (Patterson, 1996; Hausmann, Hülsmann, 2003).

Zajímavosti

Hausmanns Hülsmann (2003) uvádějí, že je buňka schopná kontrakce až na jednu třetinu ze své délky během několika milisekund. Do původní délky se vrátí během 5 – 10 sekund.



OBRÁZEK 15 vířenka (*Vorticella* sp.): opuštěné stonky vířenek, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011



OBRÁZEK 16 vířenka (*Vorticella* sp.): zatažená buňka s postupným otevíráním vířivého aparátu, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011

4.3.2 SLUNIVKY (HELIOZOA)



OBRÁZEK 17 slunivka (*Actinospherium* sp.), pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Charakteristika a výskyt

Kmen slunivky získal svůj název pro svůj paprsečitý vzhled. Až na výjimky jsou slunivky sladkovodní organismy. Úlohu predátorů (dravců) plní ve vlhkých půdách a rybníčcích s čistější a dobře prokysličenou vodou. Nejčastěji se vyskytují přisedle. (Smrž, 2000).

Stavba těla a rozmnožování

Tělo je kulovité s radiálně uspořádanými panožkami (pseudopodiemi) vyztuženými svazky mikrotubulů (axopodie), které začínají v buňce při povrchu jádra. Tento jehlicovitý typ panožek se označuje jako axopodia a jejich délka je různá. Cytoplazma jimi koluje podélně tam i zpět. Pod povrchem buňky je hrubě vakuolizovaná ektoplazma, která směrem do středu buňky ostře přechází na jemně

vakuolizovanou endoplazmu s jedním nebo více jádry a kontraktilními vakuolami. Buňka je buď nahá, nebo okolo sebe vytváří slizové obaly, na které se přichytávají cizorodá tělíska (Ambrožová, 2002). Některé slunivky, např. rod *Clathrulina*, si vytvářejí vnější schránku (Patterson, 1992).

U slunivek probíhá nepohlavní rozmnožování dělením nebo pučením (Lang a kol., 1971).

OBR: Kolem buňky jsou viditelné panožky typu axopodií v paprscitém rozložení (obr).

Potrava

Pohlcejí bakterie a drobné prvky. Dlouhé axopodie zvyšují šanci dostat se do kontaktu s kořistí (Smrž, 2003; Patterson, 1996).

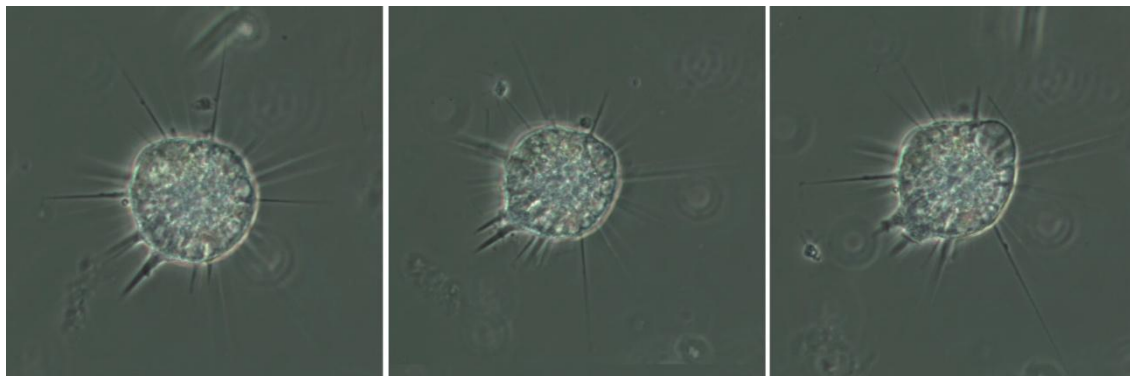
Způsob pohybu

Axopodie slunivek jsou hlavními organelami pohybu, který je však poměrně pomalý (Ambrožová, 2002).

Zajímavosti

U slunivek byl zaznamenán altruismus – jakmile slunivka narazí na větší množství kořisti, vylučuje látky, které informují ostatní slunivky.

4.3.2.1 SLUNIVKA (*Actinospherium* sp.)



OBRÁZEK 18 slunivka (*Actinospherium* sp.) pulzující vakuola vystupující k povrchu, kolem buňky axopodie, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011

Vyskytuje se ve stojatých vodách nejčastěji mezi vodními rostlinami a v rašelinách. Zcela nahá buňka bez slizového obalu a bez schránky. Viditelný rozdíl mezi ektoplazmou a endoplazmou, ektoplasma obsahuje souvislou vrstvu vakuol. V plazmě je obsaženo více jader (Ambrožová, 2002; Lang a kol., 1971).

MNOHOBUNĚČNÍ (METAZOA)

Mnohobuněční živočichové, jak už lze poznat z názvu, jsou tvořeny mnoha buňkami různých typů. Na jejich stavbě se také podílí mezibuněčná hmota. Buňky různých tvarů se v průběhu vývinu jedince diferencují ve specializované tkáně. Soubory tkání zajišťujících různé funkce se nazývají orgány a jsou charakteristickými strukturami většiny mnohobuněčných živočichů. Jen někteří se rozmnožují čistě nepohlavně, většinou jde o pohlavní rozmnožování nebo jsou u daného živočicha zastoupeny oba způsoby. V případě pohlavního rozmnožování je existence dceřiného jedince vždy zahajována jednobuněčným stádiem - zygotou. Následuje buněčná diferenciaci a specializace v mnohobuněčný organismus. Jedná se vždy o primárně heterotrofní organismy (Ambrožová, 2002; Papáček a kol., 1994; Sedlák, 2003).

4.3.3 PLOŠTĚNCI (PLATHELMINTHES)



OBRÁZEK 19 ploštěnka ze skupiny Turbellaria, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Charakteristika a výskyt

Patří sem více než 20 000 druhů dosahující velikosti od několika milimetrů do dvaceti metrů. Jedná se o kmen volně žijící druhů nebo parazitů (Hůrka, Smrž, 2003).

Stavba těla a rozmnožování

Tělo ploštěnců je dorzoventrálně zploštělé, překryté jednovrstevnou pokožkou ektodermálního původu. Vnitřní prostor jejich těla vyplňuje řídké parenchymatické pletivo, kde jsou uloženy všechny vnitřní orgány omývané tělními tekutinami. Trávicí soustava (láčka) je naopak endodermálního původu. Bývá bohatě větvená, pouze s jediným otvorem pro přijímání i vyvrhování potravy. Označuje se jako gastrovaskulární soustava, protože slouží zároveň k trávení potravy i k rozvodu živit po těle. U některých parazitů (především u tasemnic) trávicí soustava zaniká a příjem živin probíhá osmoticky celým povrchem těla z těla hostitele. Dýchání probíhá také celým povrchem těla nebo se jedná o anaerobní živočichy. Nervová soustava se skládá z párového mozkového ganglia a šesti nervových pruhů, které jsou spojeny příčnými spojkami (komisurami). Poprvé u ploštěnců je vyvinuta vylučovací soustava tvořená protonefridiemi, jejichž základem jsou plaménkové buňky (Lang a kol., 1971; Papáček a kol., 1994).

Převažuje pohlavní rozmnožování nad nepohlavním. Většina ploštěnců jsou hermafroditi s nepřímým vývojem. U parazitů probíhají složité vývojové cykly (Hůrka, Smrž, 2003).

Potrava

Volně žijící ploštěnci jsou většinou dravci. (Hůrka, Smrž, 2003)

Způsob pohybu

Drobní volně žijící ploštěnci se mohou pohybovat pomocí řasinkového epitelu, kdy dochází k jeho vlnění. U větších zástupců zajišťuje pohyb především vrstva

svalových buněk těsně pod pokožkou. Pokožka vylučuje hlen chránící tělo a napomáhající pohybu klouzáním díky pohybu brv a svaloviny (Hůrka, Smrž, 2003).

Zajímavosti

Regenerační schopnost ploštěnek (Turbellaria) umožňuje snadné hojení ran, dorůstání celého jedince z malé části jedince, či u některých druhů tato schopnost slouží k nepohlavnímu rozmnožování (Ruppert, Fox a Barnes, 2004).

4.3.3.1 PLOŠTĚNKY (TURBELLARIA)



OBRÁZEK 20 ploštěnka ze skupiny Turbellaria, patrná očka v hlavové části, viditelná trojvětěvná trávicí soustava, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Nejčastěji se vyskytují ve vodě, sladké i slané. Ojediněle se vyskytují ve vlhké zemi pod kameny či spadáním listů. Tělo je dorzoventrálně zploštělé a pokryté vířivým epitelem. Dýchání probíhá celým povrchem těla. Hlavová část je různých tvarů a jsou v ní uloženy smyslové orgány. Mají jednoduché oči, smyslová políčka

s chemickým vnímáním a hmatová čidla. V pokožkových buňkách jsou tuhá tělíska, tzv. rhabdity, která při podráždění vystřelují do vody. Ve vodě zbobtnají, ztuhnou a tvoří rosolovitý obal okolo těla. Trávicí soustava je trojvětěvná. Trávicí dutina začíná hltanem, který je u některých skupin ploštěnek vychlípitelný a je uložen v hltanovém pouzdru. Potrava prostupuje hltanem do láčky. Vnitřní povrch láčky je vystlán buňkami, které produkují trávicí enzymy. Některé druhy ploštěnek mají na spodní straně těla vyvinut příchytý orgán. Řasinkový epitel obsahuje četné žlázy a je spojen s podkožním svalovým vakem. Ten umožňuje natažení, zkrácení, zúžení a rozšíření těla, pohyb do všech stran i vlnění okraje. Menším druhům vystačí k pohybu kmitání brv. Pohyb ploštěnek můžeme charakterizovat jako negativní fototaxi neboli pohyb vyhýbající se světlu. Ploštěnky se vyznačují regenerační schopností. Souvislost můžeme hledat s jejich nepohlavním rozmnožováním, jelikož se mohou rozmnožovat dělením – zaškrcováním. Ploštěnky skupiny *Rhabdocoela* dokážou příčným zaškrcováním vytvořit řetězec až o šestnácti jedincích. U sladkovodních ploštěnek je vývoj přímý, mořské druhy prochází nepřímým vývojem přes larvu (Ambrožová, 2002; Papáček a kol., 1994; Lang a kol., 1971).

4.3.4 HLÍSTICE (NEMATODA)



OBRÁZEK 21 hlístice (Nematoda), levá část začíná ústy, patrná trávicí soustava, vpravo končí řití, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Charakteristika a výskyt

Volně žijící i parazitičtí živočichové představují jednu z nejpočetnějších skupin živočichů. Tento kmen zahrnuje téměř 20 000 druhů, v České republice několik tisíc druhů. Jejich široká ekologická valence umožňuje přizpůsobení extrémním podmínkám prostředí. Dosahují rozmanitých výskytů ve vodních nádržích, vlhké půdě, i v tělech rostlin a živočichů bezobratlých i obratlovců. Ve sladkovodním prostředí se nejčastěji vyskytují v detritu a na rostlinách, jelikož potřebují místo s nízkým průtokem a slizovitými bakteriálními biofilmy. Někdy se nacházejí v planktonních vzorcích (Hrabě, 1954; Ambrožová, 2002; Sedlák, 2003).

Stavba těla a rozmnožování

Hlístice mají kruhový průřez těla. Tělo je pokryto hladkou vícevrstevnou kutikulou bez brv. Kutikula se při růstu nedospělých jedinců několikrát svléká. Vnitřní vrstva složená z podélně uložených svalových buněk je často uspořádaná do čtyř pásů oddělených hypodermálními lištami. U některých druhů na apikálním konci vyrůstají brvy nebo papily. Poblíž apikálního konce mají některé volně žijící druhy postranní smyslové orgány. Pseudocoel, jako u vířníků a břichobrevk, nahrazuje funkci cévní soustavy a může zastupovat oporu svaloviny v podobě tzv. hydrostatické kostry. Volně uložená trávicí soustava a pohlavní orgány jsou přirostlé pouze ve svých vývodech. (Hrabě, 1954; Ambrožová, 2002; Sedlák, 2003)

Trávicí soustava začíná na apikálním konci ústním otvorem. V ústech mohou u některých druhů být kutikulární zoubky, lišty nebo bodec. Trubicovitá trávicí soustava pokračuje ve svalnatý, savý hltan, rovné střevo a končí řitním otvorem (samcům ústí do kloaky společně s pohlavním vývodem). Někdy se mezi hltanem a jícnem nachází žláznatý oddíl (cardia) (Sedlák, 2003; Hrabě, 1954).

Vylučovací soustavou jsou protonefridiální chodby po stranách hypodermálních lišt. Na konci těla tyto chodby končí slepě, kdežto v přední části se chodby spojují a vyúsťují jedním vylučovacím otvorem umístěným v první třetině na ventrální straně (Sedlák, 2003; Lang a kol., 1971).

Nervová soustava, složená z gangliových buněk, tvoří obhltanový prstenec s osmi páry nervových provazců. Provazce vystupující z prstence jsou umístěné převážně v hypodermálních lištách a navzájem se propojují. Břišní nervový provazec je silnější, druhý nervový provazec je uložený na dorzální straně. Oba tyto hlavní provazce inervují pásy podélné svaloviny. Svalové buňky mají plasmatické výběžky propojené s těmito nervovými provazci. Na přídě těla jsou umístěny smyslové orgány (amfidy) v podobě váčkovitých chemoreceptorů. Stejnou funkci plní na zádi umístěné fazmidy. Smyslové papily s funkcí mechanoreceptorů jsou umístěné na obou koncích těla (Sedlák, 2003; Lang a kol., 1971).

Hlístice jsou zpravidla gonochoristé s častým pohlavním dimorfismem. Samečci mají jedno až dvě varlata, která stejně jako trávicí trubice mají vývod do kloaky. V této části kloaky jsou háčkovité spikuly jako pomocný aparát sloužící k páření se samičkou. Samičky mají obvykle dva vaječníky, v přední části přeložené. Trubicovitá děloha přechází v nepárovou pochvu. Vajíčka, opatřená velmi odolným obalem. Vývoj nových jedinců je přímý bez larválního stádia (Sedlák, 2003; Hrabě, 1954).

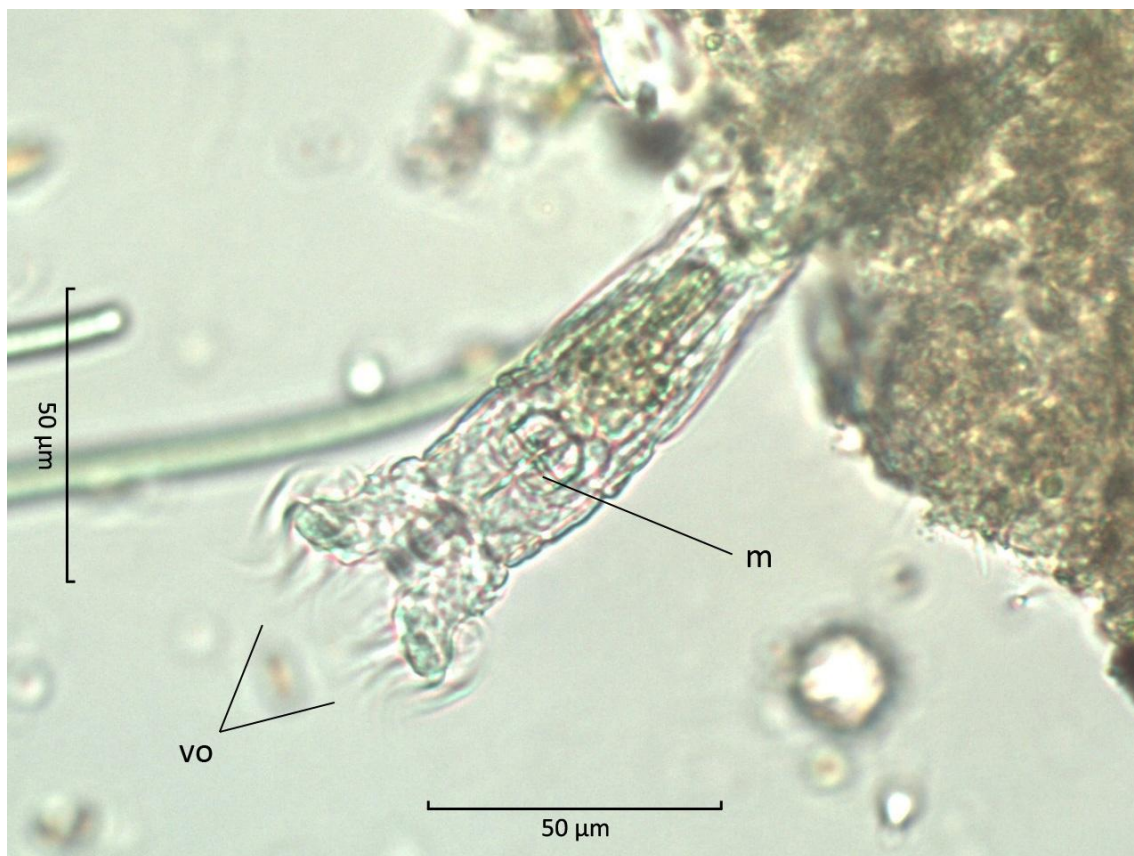
Potrava

Volně žijící druhy se živí bakteriemi z půdy, dtritím, někteří parazitují na hostitelské tkáni nebo pletivech rostlin, či jsou dravci na své úrovni – loví prvoky a drobnější mnohobuněčné (Hůrka, Smrž, 2003).

Způsob pohybu

Pohyb umožňují kontrakce podélného ventrálního a dorzálního svalstva, okružní svalovina chybí. Není tedy u nich možná peristaltika a tím ani změna tvaru těla (Ambrožová, 2002; Hůrka, Smrž, 2003).

4.3.5 Vířníci (ROTIFERA, ROTATORIA)



OBRÁZEK 22 vířník pijavenka ze skupiny *Bdelloidea*: vířivý orgán (vo), mastax (m) zachycený při příjmu potravy; pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Charakteristika a výskyt

Kmen vířníci zahrnuje mikroskopické vodní živočichy. Lze je nalézt převážně ve sladkovodních, mořských, ale i půdních biotopech. V půdě obývají vodní filmy v mikroskopických pórech. Jejich podobnost s nálevníky díky vířivému zařízení neznalé pozorovatele zmate. Vířníci jsou však na rozdíl od nálevníků mnohobuněčné organismy. Žijí volně i přisedle, jednotlivě či tvoří kolonie. Jejich druhová diverzita je vyšší ve vodách s nižšími hodnotami pH (Sedlák, 2003; Schubert, Lellák, 1973; Ambrožová, 2002).

Stavba těla a rozmnožování

Charakteristický tvar vířníků těla je váčkovitý nebo trubicovitě protáhlý. Povrch těla je chráněn různě silnou kutikulou. Tělo vířníku je tvořeno třemi základními částmi, a to hlavou, trupem a nohou. Tyto tři tělní části však nemají všichni vířníci, u některých není vyvinuta noha nebo není zřetelně oddělena hlava od trupu. Všichni vířníci však mají na hlavě vířivý orgán (Obrázek 22). Stavba vířivého orgánu se u různých zástupců vířníků liší. Základem vířivého orgánu (corona) jsou dva vychlípené terče (trochus a cingulum). Vířivý pohyb corony přihání potravu a také umožňuje pohyb vířníka. Trochus se nachází před ústy a cingulum za ústy. Oba terče mohou být nesteré vyvinuty a je to dáno především způsobem přijímání potravy a způsobem pohybu. Zdánlivě otáčivý pohyb corony je způsoben postupným ohýbáním a narovnáváním řad brv. Viditelné jsou pouze vzpřímené brvy. Nohu mají vířníci často zakončenou vidličkou s vývodem lepivých žláz umožňující přichycení k podkladu (Sedlák, 2003; Schubert, Lellák, 1973).



OBRÁZEK 23 vířník pijavenka ze skupiny *Bdelloidea*: zachycený při příjmu potravy, viditelné tykadélko; pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Průhledný trup vírníků umožňuje pozorovat celý orgánový systém. Trávicí soustava začíná ústním otvorem a navazujícím žvýkacím hltanem – mastax (Obrázek 22). Na mastax navazuje žaludek, střevo, kloaka a anus. Mastax je opatřen silnou svalovinou ve stěnách a uvnitř se nacházejí kutikulární destičky a tyčinky (mastax je jedním z důležitých taxonomických znaků). Tímto vlastním žvýkacím orgánem drtí přijatou potravu a rozmělněná potrava vstupuje dále do žaludku, kam z obou stran ústí hepatopankreas. Považuje se to za první výskyt samostatné trávicí žlázy. Zbytek natrávené potravy pokračuje do kloaky, kam ústí vylučovací a pohlavní orgány, a otevírá se na hřbetní straně (Sedlák, 2003; Lang a kol., 1971).

Pseudocoel nahrazuje funkci cévní soustavy a dýchání probíhá celým povrchem těla, proto u nich není možné přežívat v anaerobním prostředí. Vylučovacími orgány vírníků jsou párová protonefridia, která se otevírají do dvou postranních kanálků. Kanálky prostupují celým tělem a ústí do močového měchýřku na ventrální straně, vyúsťujícího do kloaky. Močový měchýřek se rytmicky vyprazdňuje. Funkce protonefrídií spočívá v osmoregulaci a iontoregulaci (Sedlák, 2003; Lang a kol., 1971; Ambrožová, 2002).

Nervové soustavě dominují tři páry ganglií. První párovitý cerebrální ganglion se vyskytuje nad mastaxem a inervuje smyslové brvy a pohárkovité oči s červeným pigmentem. Druhé párovité ganglion je pod mastaxem a třetí uloženo v nožním oddílu po stranách kloaky. Všechna ganglia jsou propojena nervovými pruhy (Sedlák, 2003; Schubert, Lellák, 1973).

Gonochorismus u vírníků představuje strategii rozmnožování oddělenými pohlavními jedinci. Pohlavní dimorfismus je zřetelný menší velikostí a jednodušší stavbou těla samečků oproti samičkám. U samečků může chybět trávicí soustava a žijí jen několik dní, u některých skupin (především pijavenek - Bdelloidea) však zcela chybějí a populace se rozmnožuje čistě partenogeneticky (noví jedinci se vyvíjejí z neoplozených vajíček samičky). Pro některé vírníky je charakteristická heterogonie, kdy se střídají dvě generace, partenogenetická a amfigonická (oboupohlavní jedinci).

V takovém cyklu se střídají generace amiktických samic s generací miktických samic. Amiktické samice kladou diploidní vajíčka na jaře, kdežto na sklonku léta a na podzim miktické samice vytvářejí haploidní vajíčka, z nichž se bez oplození líhnou samečci. Tito drobní samečci oplodní samičky své generace. Vznikají tím přezimující diploidní vajíčka v pevných obalech. Z nich se na jaře opět líhnou partenogenetické amiktické samičky. Důvodem střídání generací vlivem jsou změny prostředí (miktický stimul), například změna teploty vody, chemismu, druhu a množství potravy nebo délky dne. Miktický stimul může nastat i několikrát během roku, proto jsou některé druhy vícecyklické (Sedlák, 2003; Lang a kol., 1971).

Potrava

Hlavní potravou vířníků jsou řasy, prvoci a bakterie (Ambrožová, 2002).

Způsob pohybu

Pohyb vířníka po šroubovici umožňuje vířivý pohyb corony. Také provádí náhlé skoky či lezou po podkladu pomocí vířivého orgánu a nohy (pijavenky) (Ambrožová, 2002).

Zajímavosti

Některé sladkovodní druhy a všechny půdní druhy vířníků mají schopnost anabiózy. Dovedou tedy přežívat nepříznivé životní podmínky ve stavu strnulosti. Důvodem nastartování tohoto stavu bývá vysychání okolního prostředí a ochrana před zmraznutím. Začnou vylučovat želatinový obal, který ztuhne v cystu. Schopnost vydržet v anabióze bývá až několik let (Sedlák, 2003; Ambrožová, 2002).

4.3.5.1 PIJAVENKY (*Bdelloidea*)



OBRÁZEK 24 pijavenka ze skupiny Bdelloidea: zatažený vířivý orgán, dobře pozorovatelné tělní články, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Stavba těla a rozmnožování

Tělo je obvykle protáhlé, složené ze šestnácti až osmnácti nepravých článků. Články se dokáží teleskopicky zatahovat do střední nejširší části těla, která bývá obvykle na úrovni druhého až čtvrtého článku trupu. Hlava je tvořena třemi nepravými články a na ventrální straně je opatřena štěrbinovým ústním otvorem. Celý vířivý aparát se v době mimo víření zatahuje. Na ventrální straně rypáčku se nacházejí dvě nepohyblivé destičky. Měkká, vychlípitelná rypáčkovitá čepička je porostlá hustými krátkými vířivými brvami. Některé druhy pijavenek mají na hlavové části oční skvrny. Ústní otvor se nachází na ventrální straně s obrveným obústním polem. Vířivý aparát je párový (Obrázek 22) (Bartoš, 1959).

„Krk“ je tvořen třemi nepravými články užšími než hlava. První článek krku je na dorzální straně opatřen tykadlem, složeným nejčastěji ze dvou článků. Na konec tykadla nasedají tři štětiny smyslových brv. V krční části se nachází mozkové ganglium a mastax, někdy se vyskytují červené oční skvrny připojené k mozkovému gangliu (Bartoš, 1959)

Trup pijavenek se vždy skládá z šesti nepravidelných článků. Zúžení prvního a posledních dvou článků má význam pro zatahování hlavy a nohy do střední nejširší části trupu. Proto zpravidla bývá trup vyztužen silnější kutikulou a pokožka v této oblasti vylučuje větší množství hlenu. Uprostřed dorzálního okraje posledního (šestého) článku trupu vyúsťuje řitní otvor. Většina vnitřních orgánů, jako trávicí, pohlavní a vylučovací, je uložena v trupu pijavenek. Na trup plynule nasedá noha o třech až šesti nepravých člancích, kterou může pijavenka rovněž zatáhnout do trupu (Bartoš, 1959).

Způsob pohybu

Vířivý orgán při lezení zatahují, mohou pomocí něj i plavat (Bartoš, 1959).

Zajímavosti

Pijavenky jsou čistě partenogenetické, samci nejsou vůbec známi. Mají výraznou schopnost anabiózy vzhledem k časté proměnlivosti biotopů, při které rychle vysychají (Sedlák, 2003; Hůrka, Smrž, 2003).

- Dalším pozorovaným zástupcem této skupiny je obrněnka (*Brachionus* sp.)



OBRÁZEK 25 obrněnka (*Brachionus* sp.): zatažený vířivý aparát, viditelný mastax, tělo kryto krunýřem, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

4.3.6 BŘICHOBVRKY (GASTROTRICHA)



OBRÁZEK 26 břichobrvka (Gastrotricha): ústní otvor (úo), svalnatý hltan (sh), dva výběžky s lepivými žlázami (v)

Charakteristika a výskyt

Břichobrvky (z řeckého *gaster* "žaludek" a *thrix* "vlasy") jsou pojmenovány podle charakteristických brv na ventrální straně těla. Tito živočichové, kteří jsou většinou velcí méně než 1 mm, žijí hlavně na bahnitém dně nehrůznějších vod či mezi vodními rostlinami. Jejich kosmopolitní výskyt se váže na vodním prostředí, a to mořské i sladkovodní (Bartoš, 1954; Sedlák, 2003).

Stavba těla a rozmnožování

Břichobrvky mají dorzoventrálně zploštělé, bilaterálně symetrické, protáhlé tělo zakončené dvěma výběžky s lepovými žlázami (Obrázek 26) umožňující zachytit se na podkladě. Na ventrální straně je obrvená epidermis složená ze dvou pásů podélných, vpředu spojených vířivých brv sloužící k pohybu. Dorzální povrch břichobrvek bývá

pokrytý kutikulárními destičkami a ostny. Na apikálním konci mají smyslové štětiny, řasinky kolem úst. Za ústním otvorem (Obrázek 26) začíná trubicovitá trávicí soustava s mohutným svalnatým hltanem (Obrázek 26) přecházející ve čtyři řady entodermálních buněk s trávicí funkcí. Celá tato soustava vyúsťuje řitním otvorem. Vylučovací orgány jsou párová protonefridia. U některých nemusí být protonefridia vyvinuta. Dýchání probíhá celým povrchem těla (Sedlák, 2003; Lang a kol., 1971; Bartoš, 1954).

Sladkovodní druhy jsou hermafroditi se samostatnými vývody varlat a vaječníků, některé druhy inklinují být partenogenetické. Nakladená vajíčka jsou velká, chráněna ostnitou skořápkou a zachycují se na vodních rostlinách či na dně stojatých vod (Hůrka, Smrž, 2003).

Potrava

Břichobrvky jsou převážně detritofágové, živí se různými mrtvými organismy včetně řas, bakterií, také drobnými prvoky (Hůrka, Smrž, 2003).

Způsob pohybu

Klouzavý pohyb pomocí epidermálních cílů na ventrální straně (Ambrožová, 2002).

Zajímavosti

Břichobrvky jsou schopné dočasné anaerobiózy (život v bezkyslíkaté atmosféře) díky schopnosti přežívat na lokalitách s koncentrací kyslíku pod hranicí 1 mg.l^{-1} (Ambrožová, 2002).

4.3.7 KROUŽKOVCI (ANNELIDA)



OBRÁZEK 27 naidka (čeleď Naididae) přední část těla je protažena v prostomium, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011

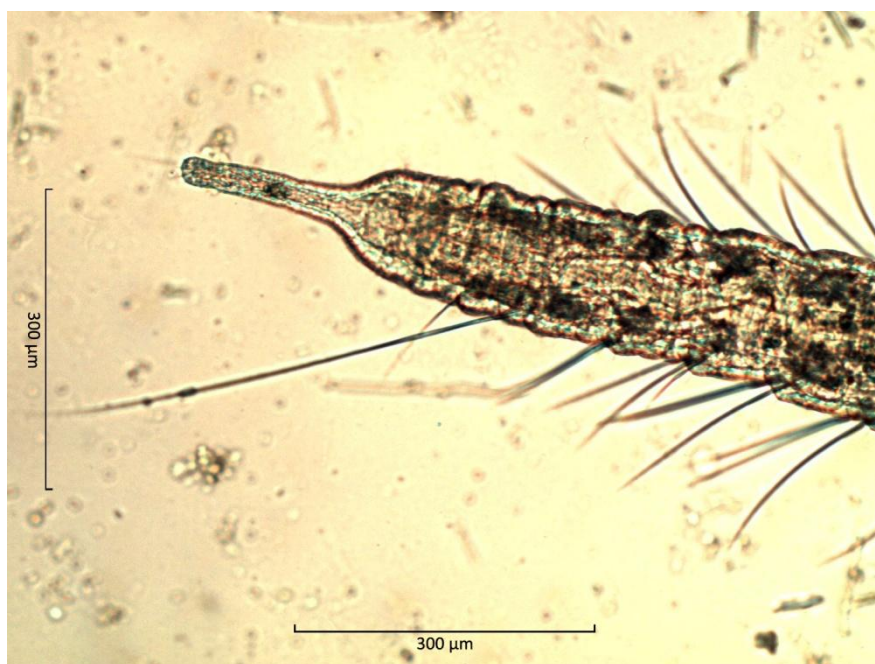
Charakteristika a výskyt

Tento velký kmen kroužkovců obsahuje asi 18 000 druhů, kdy přes 200 druhů žije v naší fauně ve vodním prostředí i v půdě, také se nacházejí v mořích (Sedlák, 2003; Buchar a kol, 1995).

Stavba těla a rozmnožování

Kroužkovci mají většinou měkké, červovitě protáhlé tělo, které je homonomně článkované (metamerické), avšak první článek (prostomium) a jeden nebo několik srostlých článků na zadním konci (pygidium) bývají více odlišné. Kromě prvního a posledního článku každý segment obsahuje pár coelomových váčků často ve tvaru párovitých váčků, pár nervových zauzlin, pár vylučovacích orgánů. Segmenty jsou

příčně odděleny blanitou přepážkou (dissepiment). Některé vnitřní orgány (trávicí trakt, cévní soustava) se připojují na tuto přepážku. Coelomová dutina vytváří oporu pro svalovinu a doplňuje cévní soustavu (u některých kroužkovců může nahrazovat funkci cévní soustavy). Ústní otvor je umístěn na prvním článku a řitní otvor na posledním článku. Povrch těla pokrývá jednovrstevná epidermis vylučující tenkou kutikulu. Pokožka obsahuje žláznaté buňky vylučující hlen a buňky smyslové. Kutikula je tvořena kolagenem (nikoli chitinem jako u členovců) Deriváty vyčníhající z kutikuly jsou chitinové štětiny mnoha druhů. Svalová vlákna jsou uložena pod pokožkou a tvoří okružní a podélnou svalovinu, specializované svaly umožňují pohyb štětín a parapodií mnohoštětinatců nebo ústních orgánů (Sedlák, 2003; Papáček a kol., 1994).



OBRÁZEK 28 naidka (čeleď Naididae) přední část těla je protažena v prostomium, na 2. tělním článku začínají štětiny, ze 3. tělního článku vyčníhají dlouhé vlasovité štětiny, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Z pokožky kroužkovců, jak už jsem zmínila výše, vyrůstá nespočet druhů chitinových štětín (chéty). Jednotlivé štětiny jsou produkovány jednou ektodermální buňkou (chétoblastem). Primitivní typ štětiny tvoří β -chitinové kanálky propojené

proteinovým skeletem. I když u různých skupin kroužkovců nacházíme řadu odchylek, obvykle se na každém tělním článku vyskytují čtyři svazky štětín, což představuje zřejmě primitivní uspořádání (Zrzavý, 2006).

Cévní soustava kroužkovců je uzavřená. Hlavní hřbetní céva má funkci srdce, vede krev do přední části těla. Další součásti cévní soustavy tvoří především břišní céva, obloukovité spojky, cévy zásobující trávicí soustavu a pomocná srdce. Krevní barvivem je hemoglobin nebo chlorcruorin, který se neváže na krvinky, ale je rozpuštěný v krevní plazmě. Dýchání probíhá pokožkou (Sedlák, 2003).

Vylučovací soustava se skládá z metamerických ektodermálních metanefridií (u larev ještě protonefridie). Metanefridie slouží k vylučování přebytečné vody se zplodinami, v některých tělních člancích složí jako pohlavní vývody (gonodukty) (Sedlák, 2003).

Metamerická nervová soustava tvoří velké párové nadhltanové ganglion spolu s párovými ganglii umístěnými v jednotlivých člancích pod trávicím traktem. Označuje se jako žebříčková nervová soustava. Spojení mezi ganglii je umožněno komisurami (příčné spojky) a konektivy (podélné spojky), ze kterých vybíhají nervy do dalších částí těla. Na ventrální straně mohou ganglia těsně přiléhat k sobě, až mohou splynout v nervovou pásku. Hlavním smyslovým orgánem jsou chemoreceptory, dále taktilní smyslové orgány, statocysty a jednoduché oči (Sedlák, 2003; Papáček a kol., 1994).

Kroužkovci mohou být gonochoristé, ale převážně jsou hermafroditi. Také nepohlavní rozmnožování je časté, nepohlavní paratomické dělení (rozpad jedince po vytvoření nových orgánů) a architomické dělení (dorůstání částí až po rozpadu) (Sedlák, 2003; Papáček a kol., 1994).

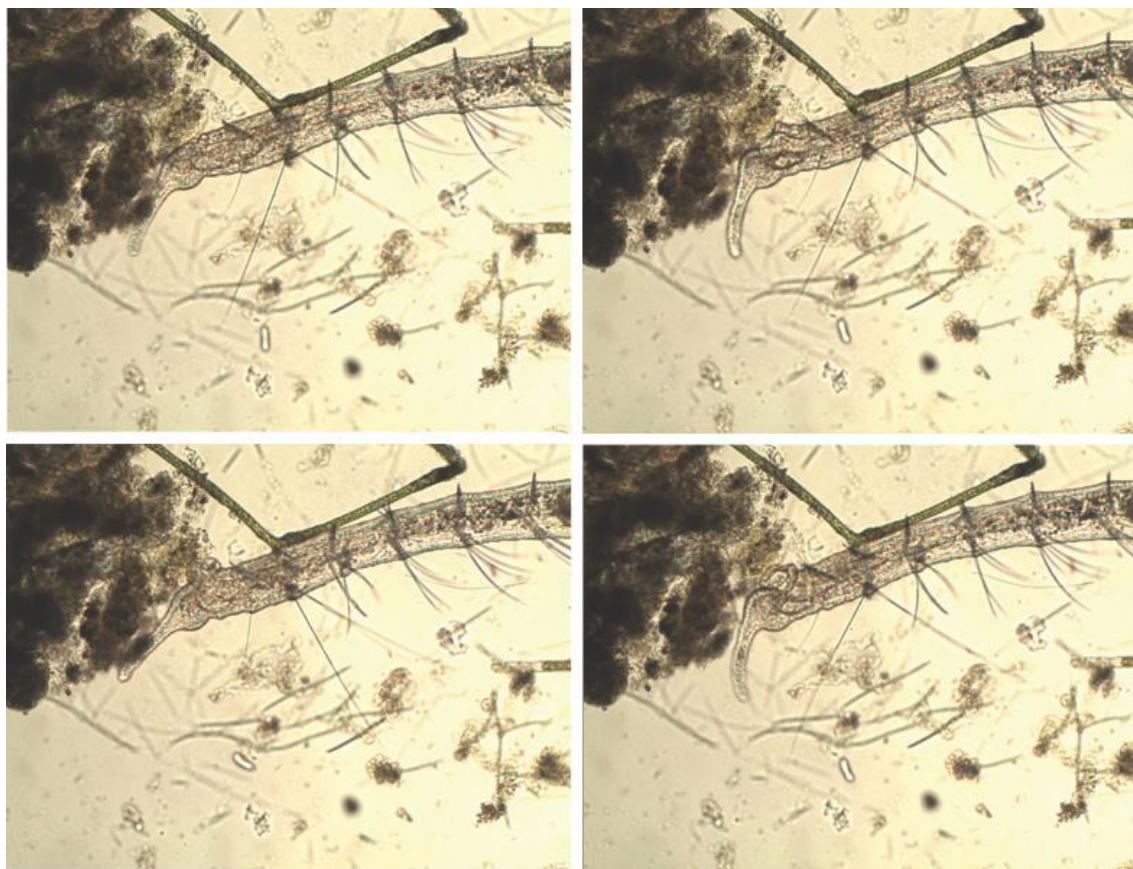
Způsob pohybu

Kožně svalový vak je tvořen hladkou svalovinou uloženou pod pokožkou. Tekutina obsažená v coelomových váčcích napíná kožněsvalový vak a tím tvoří hydroskelet kroužkovců. Papáček a kol., 1994; Zrzavý, 2006).

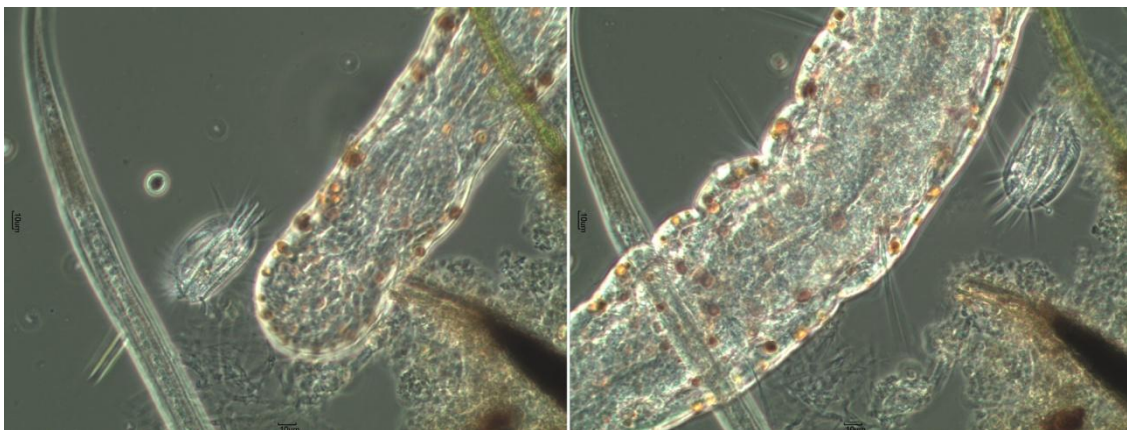
Zajímavosti

Kroužkovci mají velkou schopnost regenerace. Je to proces opravy a obnovy poškozených tkání a také schopnost nahradit zničenou tkáň nebo orgán. Proto je regenerace důležitou součástí jejich nepohlavního rozmnožování (Sedlák, 2003).

Ze zástupců kroužkovců uvádím olejnušku (Aelosomata) a naidku (Naididae).



OBRÁZEK 29 naidka (čeleď Naididae): zachycena při vytahování hltanu, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011



OBRÁZEK 30 olejnuška ze skupiny Aeolosomata, hlavová část a prostomium, lezounek (*Euplotes* sp.), pozorováno fázovým kontrastem. orig. Barbora Hásková 2011



OBRÁZEK 31 olejnuška ze skupiny Aeolosomata, hlavová část, peristaltický pohyb střeva, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011



OBRÁZEK 32 olejnuška ze skupiny Aeolosomata, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011



OBRÁZEK 33 naidka (čeleď Naididae): prostomium (p), svazky štětín (sš), pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011

4.3.8 ČLENOVCI (ARTHROPODA)

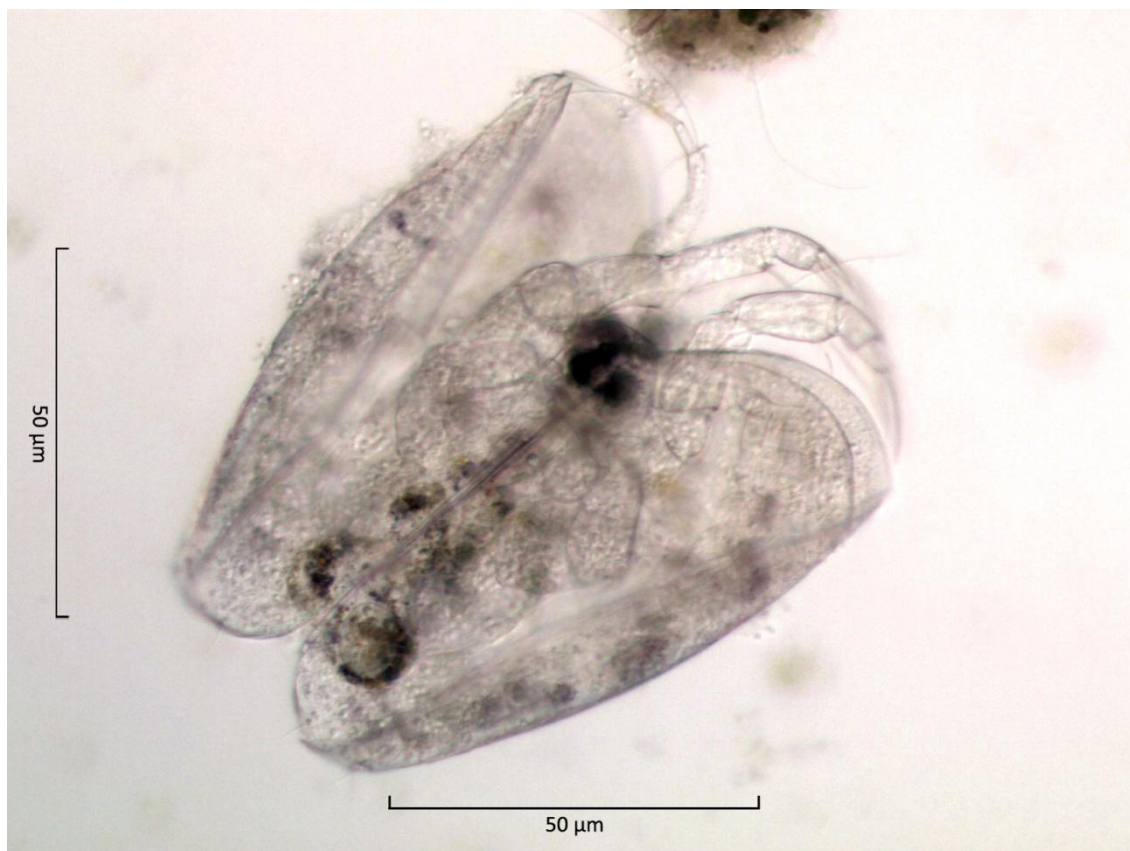


OBRÁZEK 34 lasturnatka (*Ostracoda*), živý jedinec, viditelná tykadla, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Kmen členovci (Arthropoda) je nejpočetnější skupinou organismů. Tělo se skládá z několika segmentů, i končetiny jsou článkované a kryté chitinovou kutikulou, která slouží jako vnější kostra.

V další kapitole se rozepíši o lasturnatce (*Ostracoda*) ze třídy korýšů (Crustacea), kterou jsem hojně nacházela ve zkoumaných akváriích

4.3.8.1 LASTURNATKA (*Ostracoda*)



OBRÁZEK 35 lasturnatka (*Ostracoda*), odumřelý jedinec s otevřenou schránkou, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011

Charakteristika a výskyt

Lasturnatky jsou drobní korýši vyskytující se v moři i sladkých vodách, téměř ve všech biotopech. Žijí na rostlinách či na dně nebo se mohou zahrabávat do bahna (Sedlák, 2003; Lang a kol., 1971).

Stavba těla a rozmnožování

Nečláňkované ze stran zploštělé tělo lasturnatek se ukrývá v dvouchlopňové skořápce. Vejčitá skořápka je spojena pružným vazem (otevírání skořápky) a svěracím svařem (zavírání skořápky). Vnitřní povrch schránky je velmi jemný, kdežto vnější skořápka může být silně chitinizována. Lasturnatky mají maximálně sedm párů končetin. Jsou to antenuly (tykadla 1. páru), antény (tykadla 2. páru), mandibuly

(kusadla) dva páry maxil (čelistí) a dva páry pereopod (hrudních nožek). U různých druhů lasturnatek mají končetiny odlišnou stavbu, vždy to závisí na druhu výživy a způsobu pohybu. Zakončení těla vytváří vidlicovitá furka (Lang a kol., 1971).

Trávicí soustava je ve střední části rozšířená ve vakovitou dutinu, někdy se slepými výběžky. Řitní otvor vyúsťuje před furkou na konci těla. Dýchání probíhá u většiny druhů povrchem skořápky a povrchem vlastního těla, ale u několika mořských druhů se vyvinuly dýchací orgány, stejně tak i srdce s několika tepnami. Nervová soustava je krátká. Smyslovými orgány jsou různé smyslové brvy, nepárové naupliové oko, u některých mořských druhů pár složených očí (Lang a kol., 1971).

Lasturnatky jsou odděleného pohlaví, ale u sladkovodních druhů většinou jsou známé pouze samičky. Tyto samičky se pak množí partenogeneticky. Larvy bývají naupliového typu (Lang a kol., 1971).

Potrava

Lasturnatky jsou dravé, okusují rostliny či patří mezi filtrátory (Lang a kol., 1971).

Způsob pohybu

Plovavý pohyb lasturnatek umožňují dva páry tykadel a hrudní nožky (Sedlák, 2003).

Zajímavosti

Vzhledem k výskytu některých fosilních lasturnatek na naftonosné vrstvy bývají důležitým indikátorem možných nalezišť ropy (Lang a kol., 1971).

5 DISKUZE

Určovací klíče

Při psaní této bakalářské práce se mi nejdříve do rukou dostaly klíče k určování vodních prvoků a bezobratlých. Byl to prvotní krok, jak se seznámit s rozmanitou skupinou mikroskopických živočichů. Při určování živočichů jsem nejprve začínala od těchto klíčů: Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin vodních bezobratlých (Hanel, Lišková, 2003) a Klíč k určování bezobratlých (Buchar a kol., 1995). Orientace byla snadná, avšak určení do druhu nebylo vždy úspěšné. Každý z těchto klíčů je jinak systematizován. Obsahově každý z nich těží z nejznámějších, často pozorovaných zástupců. Klíč zvířeny ČSSR I. (Hrabě a kol. 1954) splňoval všechny mnou pozorované sladkovodní živočichy. Napomohl mi dohledat, a s větší jistotou určit, příslušné živočichy. Z počátku, při mém mikroskopování, jsem si nebyla jistá ani tímto určením pomocí klíče. Většinu pozorovaných zástupců nebylo možné určit do druhu, v řadě případů jsem je určovala do vyšších taxonomických skupin.

Pozorované skupiny živočichů

Pozorování vodních živočišných společenstev pod mikroskopem je pro mne cennou zkušeností. Přineslo mi mnoho výsledků, které se dají zúročit v mnoha činnostech.

Druhově nejpočetnějším živočichem při pozorování byli nálevníci. V atlase uvádím hned tři zástupce nálevníků. Výskyt tohoto kmene nálevníků v akváriích je poměrně vysoký. Převážně se nacházejí v znečištěných filtrech a nárostech v akváriích. To dokazuje jejich výskyt ve znečištěných vodách (Ambrožová, 2002). Hlístice určitě nezklamou žádného pozorovatele. Každé nárostové sklíčko jich obsahovalo vysoký počet. Sedlák (2003) také uvádí jejich rozsáhlý výskyt.

Dále jsem pozorovala velké množství blíže neurčených bičíkovců, obrněnek a také trubének. Ve vodě se také vyskytla s domněním larva pakomára. Výskyt larvy v akváriu si dokládám druhem krmení daného akvária (mražené patentky), nebo se sem larva mohla zavést ze substrátu akvária, z říčního písku.

Využitelnost atlasu ve výuce

Jeho využití si představuji ve výukových hodinách středních škol. Studenti jsou mnohdy ochuzeni o praktické části v hodinách biologie. Jak jinak, než prakticky lze studentům předvést svět pod mikroskopem. Vlastní atlas by mohl nahradit tyto části výuky pro ty, kteří nemají k dispozici mikroskop ani materiály k pozorování. Představení atlasu ve výuce by mohlo probíhat skrze dataprojektor nebo interaktivní tabuli, pokud je k dispozici.

Výukové webové stránky jsem stavěla tak, aby mohli jejich obsah využít studenti středních škol, studenti přírodovědně zaměřených vysokých škol, návštěvníci zájmových kroužků či biologové nadšení pro tento obor. Jejich výhodou oproti atlasu je možnost přehrávání videí, které mnohdy vysvětlí více než fotografie.

Akvária jsou vhodnou výukovou pomůckou pro názornou ukázkou vodního ekosystému. Člověk nemusí vyrážet do terénu shánět materiál k mikroskopování, jelikož akvária nabízí nepřeberné množství zástupců mikroorganismů. Vlastní atlas je toho důkazem, že rozmanitost vodních organismů je široká. Jejich dostupnost je po celý rok a snadno se z akvárií získávají. Já jsem pro jejich získání zvolila nárostová sklíčka. Metodu nárostových sklíček bych doporučila jako vhodný příklad, na kterém je možné studentům vysvětlit sukcesi. Další metody získávání mikroorganismů popisuje Schubert a Lellák (1973).

V průběhu pozorování byly rozdíly v nárostech u obou akvárií značné. V akváriu 1 se mi nepodařilo získat užitečný počet živočichů na nárostových klíčcích. Důvod může být rozpadlá obvazová síťka, která kryla histologickou kyvetu. Zřejmě došlo k okusování nánosu rybičkami a tím byl výsledek zkreslen.

Metoda nárostových sklíček nepřináší výsledky tak rychle, jako vymačkaný obsah filtru z akvária. Já jsem se spíše zaměřila na první variantu. Chtěla jsem zjistit účelnost této metody, jelikož jsem se s ní nikdy předtím nesetkala.

Vlastní atlas prvoků a bezobratlých živočichů je výběrem části mého pozorování. Pokud bych v mé práci chtěla zahrnout všechny pozorované objekty, dodat jim kvalitní fotografie, videa a popis, měla bych ve své činnosti pokračovat při psaní diplomové práce. Mohla bych se zaměřit i na vytváření trvalých preparátů jako vhodnou výukovou pomůcku.

6 ZÁVĚRY

Závěrem chci říci, že mikroskopování je velice přínosná věc pro každého biologa. Nejen že se seznámí s novými druhy živočichů, ale zároveň se naučí technickým věcem, jako je použití mikroskopu a práce v laboratoři. Výsledky získané v laboratoři si každý může přinést i do terénu. Moje bakalářská práce má být užitečná pro další biology začínajících s metodami výzkumu prvoků a bezobratlých živočichů. Cíle v práci jsem splnila a zároveň jsem si ověřila metodu nárostových sklíček. Doufám jen, že moje práce přinese užitek i ostatním, kteří se chtějí či se zabývají prvoky a bezobratlými nebo zvažují podobné téma své práce.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) Altmann A., Lišková E., 1979 : *Praktikum ze zoologie*. Praha : SPN
- 2) Ambrožová J., 2002 : *Mikroskopické praktikum z hydrobiologie*. 1. vyd. Praha : VŠCHT, 183 pp., ISBN 80-7080-496-3
- 3) Bartoš E., 1954: Břichobrvky - Gastrotricha In: Hrabě S. (ed.), 1954 : *Klíč zvířeny*. 1. díl. Praha : Nakladatelství ČSAV, 540 pp.
- 4) Bartoš E., 1959 : *Fauna ČSR, Vířníci*. Praha : Nakladatelství ČSAV, 969 pp.
- 5) Buchar J., Ducháč V., Hůrka K. & Lellák J., 1995 : *Klíč k určování bezobratlých*. Praha : Scientia, pedagogické nakladatelství, 285 pp., ISBN 80-85827-81-6
- 6) Čepička I, Eliáš M., Hampl V., 2010: *Řád z Chaosu. Rozmanitost protistů z pohledu 21. století*. Vesmír 89 (7-8): 464-469.
- 7) Dostál P., 2006 : *Evoluce a systém stélkatých organismů a cévnatých výtrusných rostlin*, 2. vyd. Praha : Pedagogická fakulta Univerzita Karlova v Praze, 109 pp., ISBN 80-7290-267-9
- 8) Duvigneaud P., 1988: *Ekologická syntéza*. Praha : Academia, 414 pp.
- 9) Hanel L., Lišková E., 2003 : *Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin vodních bezobratlých*. Praha : Pedagogická fakulta Univerzita Karlova v Praze, 74 pp., ISBN 80-7290-131-1
- 10) Hanel L., Lusk S., 2005 : *Ryby a mihule České republiky*. Vlašim : Český svaz ochránců přírody Vlašim, 448 pp., ISBN 80-86327-49-3
- 11) Hausmann K, Hülsmann N., 2003 : *Protozoologie*. Praha : Akademia, 348pp., ISBN 80-200-0978-7
- 12) Hrabě S. (ed.), 1954 : *Klíč zvířeny*. 1. díl. Praha : Nakladatelství ČSAV, 540 pp.
- 13) Hrabě, S., 1954: Hlístice - Nematodes, volně žijící a cizopasí v rostlinách In: Hrabě S. (ed.), 1954 : *Klíč zvířeny*. 1. díl. Praha : Nakladatelství ČSAV, 540 pp.
- 14) Hůrka K., Smrž J., 2003: *Systém živočichů* In: Rosypal, S. a kol., 2003 : *Nový přehled biologie*. Praha : Scientia, 824 pp. (str. 472-529), ISBN 80-7183-268-5

- 15) Chejsin J. M., 1955 : *Stručný klíč k určování sladkovodních živočichů*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 175 pp., č. 56-35-30
- 16) Kalina T., 2003a: Chromofyta (Chromophyta) In: Rosypal, S. a kol., 2003 : *Nový přehled biologie*. Praha : Scientia, 824 pp., (173str) ISBN 80-7183-268-5
- 17) Kalina T., 2003b: Krásnoočka, eugleny (Euglenozoa, Euglenoida, Euglenophyta) In: Rosypal, S. a kol., 2003 : *Nový přehled biologie*. Praha : Scientia, 824 pp., (str. 160) ISBN 80-7183-268-5
- 18) Lang J., Pravda O., Doskočil J., Hůrka K., 1971 : *Zoologie*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 378 pp., č. 16-06-08
- 19) Nováková Ludmila, 2009 : *Bakalářská práce – Anaerobní nálevníci*; školitel RNDr. Ivan Čepička, Ph.D., Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlova v Praze. Dostupné z: <http://web.natur.cuni.cz/zoologie/BP_Podzim_29/Novakova.pdf>
- 20) Papáček M., Matěnová V., Matěna J., Soldán T., 1994 : *Zoologie*. Praha : Scientia, 1. vydání, 286 pp., ISBN 80-85827-57-3
- 21) Patterson D. J., 1992 : *Free-Living Freshwater Protozoa: A Colour Guide*. Manson Publishing, UK, 223 pp. ISBN: 1-874545-40-5
- 22) Rosypal, S. a kol., 2003 : *Nový přehled biologie*. Praha : Scientia, 824 pp., ISBN 80-7183-268-5
- 23) Ruppert E. E., Fox R. S., Barnes R. D., 2004 : *Invertebrate zoology: A functional evolutionary approach*. Belmont, CA : Seventh Edition, 963 pp., ISBN-10: 0-03-025982-7
- 24) Sedlák E., 2003 : *Zoologie bezobratlých, druhé přepracované vydání*. Brno : Masarykova univerzita: Brno, 337 pp., ISBN 80-210-2892-0
- 25) Schubert, A., Lellák, J., 1973 : *Život ve sladkých vodách*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 285 pp., 14-394-73
- 26) Slavíková Z., Losos B., 2003: Ekosystémy In: Rosypal, S. a kol., 2003 : *Nový přehled biologie*. Praha : Scientia, 824 pp. (str. 672), ISBN 80-7183-268-5
- 27) Smrž J., 2003: Paprskovci In: Rosypal, S. a kol., 2003 : *Nový přehled biologie*. Praha : Scientia, 824 pp. (str. 165), ISBN 80-7183-268-5
- 28) Šlégr J., Kislinger F., Laníková J., 2002 : *Ekologie a ochrana životního prostředí*. Praha : Fortuna, 160 pp., ISBN 80-7168-828-2

- 29) Zelinka M., Sládeček V., 1964 : *Hydrobiologie pro vodohospodáře*. Praha : SNTL, 221 pp.
- 30) Zrzavý J., 2006 : *Fylogeneze živočišné říše*. Praha : Scientia, 255pp., ISBN 80-86960-08-0
- 31) Kinc L., Kinc M., Jakrlová J., 2000 : *Biologie rostlin pro gymnázia, 3. přepracované vydání*. Praha : Fortuna, ISBN 80-7168-736-7
- 32) Kubát K. a kol., 1998 : *Botanika*. Praha : Scientia, 231pp., ISBN 80-7183-053-4
- 33) Lellák J., Kubíček F., 1992 : *Hydrobiologie*. Praha : Karolinum, 260 pp., ISBN 80-7066-530-0

8 INTERNETOVÉ ZDROJE LITERATURY

- 1) INTRACO MICRO spol. s.r.o., Dostupné z <<http://www.mikroskopy-optika.cz>>
- 2) Internetový časopis Oko, Sinice. Dostupné z <<http://oko.yin.cz/32/sinice>>, autor neuveden
- 3) Řasy a podobné organismy v akváriu. Dostupné z <http://rybicky.net/clanky/625-rasy-a-podobne-organismy-v-akvariu>>, autor neuveden

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Fotografie řas a sinice: vlevo a vpravo nahoře fotografie rozsivek (Diatomae), vlevo dole klíčící zelená řasa, vpravo dole drkalka (Oscillatoria), pozorováno fázovým kontrastem (rozsivka vpravo) a ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011.....	19
Obrázek 2 Akvárium 1, orig. Barbora Hásková 2011	32
Obrázek 3 Akvárium 2, orig. Barbora Hásková 2011	33
Obrázek 5 krytenka (Testaceolobosia), orig. Barbora Hásková 2011.....	41
Obrázek 4 treпка (Paramecium sp.), pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011.....	41
Obrázek 6 domníváme se, že se jedná o líhnoucí se larvu dvoukřídých,	42
Obrázek 7 kutikula dvoukřídleho hmyzu, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora	42
Obrázek 8 nálevník rodu Euplotes, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011.....	44
Obrázek 9 lezounek (Euplotes sp.): ciry (c), membranely (m), pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011	48
Obrázek 10 lezounek (Euplotes sp.) ventrální strana nálevníka, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011	50
Obrázek 11 lezounek (Euplotes sp.) a olejnuška (Aeolosomata), boční pohled na lezounka přichyceného círami k podkladu, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011.....	50
Obrázek 12 mrskavka (Stentor sp.): membranely (m), brvy (b), proud vody vytvořený vířením membranel (pv)	51
Obrázek 13 mrskavka (Stentor sp.), vytvořený proud vody přihánějící potravu k cytostomu, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	52
Obrázek 14 vířenka (Vorticella sp.) přisedlá stonkem k podkladu, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	54
Obrázek 15 vířenka (Vorticella sp.): opuštěné stonky vířenek, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011.....	56
Obrázek 16 vířenka (Vorticella sp.): zatažená buňka s postupným otevíráním vířivého aparátu, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011.....	57
Obrázek 17 slunivka (Actinospherium sp.), pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011.....	58

Obrázek 18 slunivka (<i>Actinospherium</i> sp.) pulzující vakuola vystupující k povrchu, kolem buňky axopodie, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011	60
Obrázek 19 ploštěnka ze skupiny Turbellaria, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	61
Obrázek 20 ploštěnka ze skupiny Turbellaria, patrná očka v hlavové části, viditelná trojvětěvná trávicí soustava, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	63
Obrázek 21 hlístice (Nematoda), levá část začíná ústy, patrná trávicí soustava, vpravo končí řití, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	65
Obrázek 22 vírník pijavenka ze skupiny <i>Bdelloidea</i> : vířivý orgán (vo), mastax (m) zachycený při příjmu potravy; pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	68
Obrázek 23 vírník pijavenka ze skupiny <i>Bdelloidea</i> : zachycený při příjmu potravy, viditelné tykadélko; pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	69
Obrázek 24 pijavenka ze skupiny <i>Bdelloidea</i> : zatažený vířivý orgán, dobře pozorovatelné tělní články, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	72
Obrázek 25 obrněnka (<i>Brachionus</i> sp.): zatažený vířivý aparát, viditelný mastax, tělo kryto krunýřem, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	74
Obrázek 26 břichobrvka (Gastrotricha): ústní otvor (úo), svalnatý hltan (sh), dva výběžky s lepivými žlázami (v)	75
Obrázek 27 naidka (čeleď Naididae) přední část těla je protažena v prostomium, pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011	77
Obrázek 28 naidka (čeleď Naididae) přední část těla je protažena v prostomium, na 2. tělním článku začínají štětiny, ze 3. tělního článku vybíhají dlouhé vlasovité štětiny, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	78
Obrázek 29 naidka (čeleď Naididae): zachycena při vytahování hltanu, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	80
Obrázek 30 olejnuška ze skupiny Aeolosomata, hlavová část a prostomium, lezounek (<i>Euplotes</i> sp.), pozorováno fázovým kontrastem. orig. Barbora Hásková 2011	81
Obrázek 31 olejnuška ze skupiny Aeolosomata, hlavová část, peristaltický pohyb střeva, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	81
Obrázek 32 olejnuška ze skupiny Aeolosomata, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	82
Obrázek 33 naidka (čeleď Naididae): prostomium (p), svazky štětín (sš), pozorováno fázovým kontrastem, orig. Barbora Hásková 2011	82
Obrázek 34 lasturnatka (<i>Ostracoda</i>), živý jedinec, viditelná tykadla, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011	83

Obrázek 35 lasturnatka (*Ostracoda*), odumřelý jedinec s otevřenou schránkou, pozorováno ve světelném poli, orig. Barbora Hásková 2011 84

10 PŘÍLOHY

Náhledy výukové webové stránky



PŘÍLOHA 1 VÝUKOVÁ WEBOVÁ STRÁNKA: Náhled hlavní stránky

Prvoci a bezobratlí ve sladkovodních akváriích

Hlavní stránka

▼ SYSTEMATIKA

Bezobratlí živočichové

Prvoci

▼ FOTODOKUMENTACE

Bezobratlí živočichové

Prvoci

VIDEOODKUMENTACE

KLÍČ K URČOVÁNÍ

JAK SI VYTVOŘIT VLASTNÍ
PREPARÁT

POUŽITÉ METODY

AUTOŘI

Mapa webu

SYSTEMATIKA



Prvoci

Nálevníci (Ciliophora)

- Trepka (*Paramecium* sp.)
- Lezouněk (*Euplates* sp.)
- Mrskavka (*Stentor* sp.)
- Vřtenka (*Vorticella* sp.)

Slunivky (Heliozoa)

- Slunivka (*Actinosphaerium* sp.)



Bezobratlí živočichové

Ploštěnci (Plathelminthes)

- Ploštěnka

Hlístice (Nematoda)

- Hlísti

Vřtáci (Rotifera)

- Píjavenka (*Bdelloidea* sp.)
- Obřánka (*Dinophyta* sp.)

Břichobrvky (Gastrotricha)

- Břichobrvka

Kroužkovci (Annelida)

- Naidka
- Olejnůška

Členovci (Arthropoda)

- Lasturnatka (*Ostracoda* sp.)

Podřízené stránky (2): [Bezobratlí živočichové](#), [Prvoci](#)

PŘÍLOHA 2 VÝUKOVÁ WEBOVÁ STRÁNKA: Náhled systematického rozdělení atlasu

Prvoci a bezobratlí ve sladkovodních akváriích

Hlavní stránka
▼ **SYSTEMATIKA**
Bezobratlí živočichové
Prvoci
▼ **FOTODOKUMENTACE**
Bezobratlí živočichové
Prvoci
VIDEOODOKUMENTACE
KLÍČE K URČOVÁNÍ
JAK SI VYTVOŘIT VLASTNÍ
PREPARÁT
POUŽITÉ METODY
AUTOŘI
Mapa webu

Návěšky	
Celkem	0
Týden	0
Dnes	0
Online	1

[SYSTEMATIKA](#) > [Prvoci](#) > [Nálevníci \(Ciliophora\)](#) >

Lezounek (Euplotes sp.)



Charakteristika a výskyt

Určovacím znakem těchto dorzoventrálně zploštělých nálevníků jsou početné círy na ventrální straně těla (OBR). Círy jsou uspořádány v podélných, přímých nebo klikatých řadách na ventrální straně těla nálevníka. Na laterálních okrajích těla círy u tohoto rodu chybějí. Druhy rodu Euplotes se vyskytují v sladkých i mořských vodách. Vyskytují se často ve velkém množství v čistírenských kalech.

Stavba těla a rozmnožování

Znakem těchto dorzoventrálně zploštělých nálevníků jsou silné círy na ventrální straně těla, proto jsou řazeny do skupiny spodnobří (Hypotricha). Pomocí těchto cír se pohybují po podkladu. Ventrální strana je zploštělá, kdežto dorzální strana s je mírně vyklenutá. Ústní aparát je opatřen zřetelnými adorálními membránami. Tato zóna membrán tvoří límec kolem přední části buňky vedoucí k cytostomu.

Potrava

Rod Euplotes se živi převážně bakteriemi.



Způsob pohybu

U rodu Euplotes i jiných nálevníků, lze dobře popsat vnitřně regulované chování. Jsou to změny pohybu, rychlý pohyb vpřed a vzad. „Neviditelné chování“ na úrovni membrán je kontrolováno často proměnlivým membránovým potenciálem. Proto potenciál často přestupuje práh nutný pro excitaci a vyvolá tím akční potenciál pro Ca²⁺. Rásky pak reagují synchronizovaným zvratem směru pohybu.

Zajímavosti

Pro většinu prvoků je optimální teplotní rozmezí od bodu mrazu až k 40°C. Rod Euplotes však byl nalezen aktivní při -2°C v mořské vodě.

[Další fotografie a videa](#)

Prvoci a bezobratlí ve sladkovodních akváriích

Hlavní stránka

SYSTEMATIKA

Bezobratlí živočichové

Prvoci

FOTODOKUMENTACE

Bezobratlí živočichové

Prvoci

VIDEO DOKUMENTACE

KLÍČE K URČOVÁNÍ

JAK SI VYTVOŘIT VLASTNÍ PREPARÁT

POUŽITÉ METODY

AUTOŘI

Mapa webu

Návěhy

Celkem	0
Týden	0
Dnes	0
Online	1

FOTODOKUMENTACE

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras bibendum ligula nec mauris elementum facilisis. Donec auctor ornare nulla ut aliquam. Nulla viverra lorem ac nulla luctus tincidunt. Aliquam erat volutpat.

Prvoci

Lezounek

[...další fotografie](#)

Mrskavky

[...další fotografie](#)

Trepky

[...další fotografie](#)

Vířenky

[...další fotografie](#)

Slunivky

[...další fotografie](#)

Bezobratlí

Hlístice

[...další fotografie](#)

Ploštěnci

[...další fotografie](#)

Viřníci

[...další fotografie](#)

Břichobrvky

[...další fotografie](#)

Kroužkovci

[...další fotografie](#)

Podřízené stránky (2): [Bezobratlí živočichové](#), [Prvoci](#)